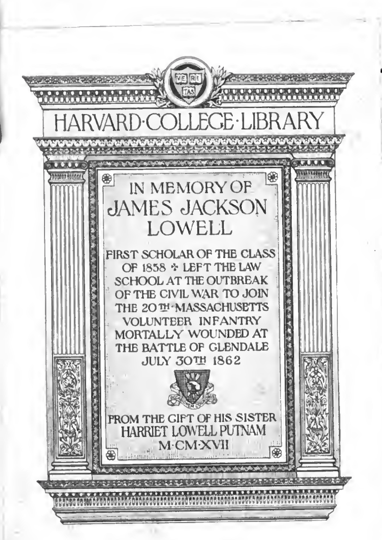
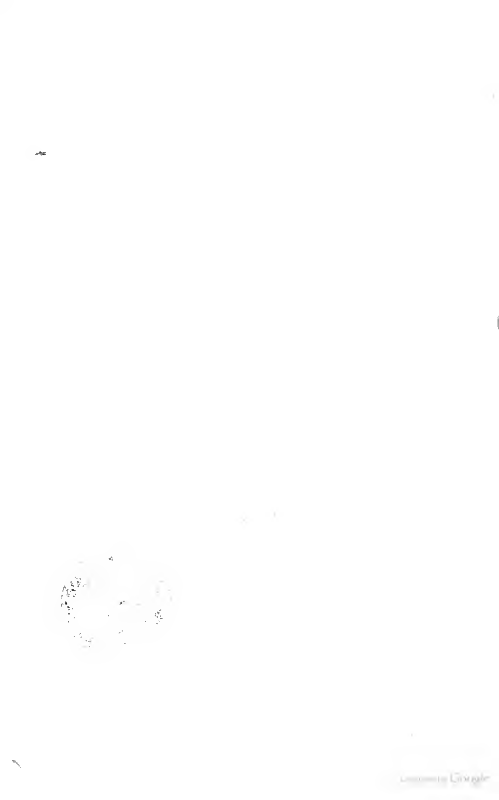



VE RI TAS
HARVARD·COLLEGE·LIBRARY
IN MEMORY OF
JAMES JACKSON
LOWELL
FIRST SCHOLAR OF THE CLASS
OF 1858 ✣ LEFT THE LAW
SCHOOL AT THE OUTBREAK
OF THE CIVIL WAR TO JOIN
THE 20TH MASSACHUSETTS
VOLUNTEER INFANTRY
MORTALLY WOUNDED AT
THE BATTLE OF GLENDALE
JULY 30TH 1862
FROM THE GIFT OF HIS SISTER
HARRIET LOWELL PUTNAM
M·CM·XVII



Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres.

Redaktion:

v. Neumann,
General-Lieutenant z. Disp.

Schröder,
Generalmajor z. D.,
vormals im Ing.-Corps.

Vierundvierzigster Jahrgang. Siebenundachtzigster Band.

Mit 1 Tafel.

Berlin, 1880.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn
Königliche Hofbuchhandlung.
Kochstraße 69. 70.

Zur Nachricht.

Der Jahrgang dieser Zeitschrift — 6 Hefte; jedes von mindestens 6 Bogen Text, resp. Text und lithographirten Zeichnungen oder Holzschnitten im Text — wird den Herren Offizieren und den Truppentheilen des deutschen Reichsheeres bei direkter Bestellung an die Unterzeichneten — (ohne Ausnahme nur auf diesem Wege) — in Berlin selbst zu 6 Mark, nach auswärts innerhalb des deutschen Postbezirks unter Kreuzband frankirt zu 7 Mark praenumerando geliefert. Dagegen werden Briefe und Geldsendungen portofrei erbeten. Der Preis für das Ausland und im Buchhandel beträgt pro Jahrgang 12 Mark; einzelne Hefte werden, so weit der Vorrath reicht, zu dem entsprechenden Preise von 2 Mark abgegeben.

E. S. Mittler u. Sohn.
Königl. Hofbuchhandlung.
Berlin, Kochstraße 69.

Druck von E. S. Mittler & Sohn in Berlin, Kochstraße 69. 70.

Inhalt des siebenundachtzigsten Bandes.
1880.

I.

Das unterirdische Wasser.

Seine Herkunft, sein Verweilen und sein zu Tage Kommen.

Zur Orientirung über alte und neue Theorien der Quellen-Phänomene; insbesondere über Dr. Nowacks Schrift „Vom Ursprunge der Quellen".*)

In zahllosen Linien durchzieht das Geäder der fließenden Gewässer die Länder der Erde. Die Gesammtsumme süßen Wassers, die solchergestalt dem Meere zugeführt wird, schätzen die Geographen auf jährlich 455 geographische Kubikmeilen. Das Gesammt-Areal der Oceane beträgt 6 780 000 geographische □ Meilen. Die Zufuhr würde ausreichen, den Meeresspiegel jährlich um einen halben Meter zu heben. Dergleichen geschieht nicht; der Wassergehalt der Meere bleibt dem Augenscheine nach konstant. Wir suchen den Ausgleich in der Verdunstung. Alles Wasser (im tropfbarflüssigen wie im festen Zustande), in Berührung mit der Atmosphäre, verdunstet, d. h. verwandelt sich in Wasserdampf, geht in den Aggregatzustand des Elastischflüssigen über. Der Luftdruck, die Temperatur und der Wind bedingen das Maß der Verdunstung; die ersten beiden auch das Gewicht des Wasserdampfs, das zwischen 0,47 und 0,624 von demjenigen der atmosphärischen Luft an der Oberfläche der Erde schwankt. Jedem Temperaturgrade der Luft entspricht ein gewisses Fassungsvermögen für Wasserdampf; Temperatur-Erniedrigung wassergesättigter Luft führt zur Condensation, zur Rückkehr des Wasserdampfes in den tropfbarflüssigen Zustand und demnächst zur Bildung jener Dunstbläschen,

*) Diese für den Ingenieur fachwissenschaftliche Abhandlung ist von so hohem allgemeinen Interesse und geistanregend, daß sie auch in weiten Kreisen wohlwollende Aufnahme finden dürfte. v. R.

deren Gruppirung von fern gesehn die Wolken, in der Nähe den Nebel bildet. Je nach den Temperaturschwankungen und der Bewegung der Luft können Wolken und Nebel sich wieder auflösen zu unsichtbarem Wasserdampf und Wassergehalt der Luft, oder sich zu tropfbarflüssigem Wasser oder zu festem Wasser, zu Hydrometeoren — Regen, Schnee, Hagel, Thau, Reif, Rauhfrost — verdichten.

Die expansive Tendenz des Elastischflüssigen führt das Wasser als Dampf von der Erd- und Meeresoberfläche aufwärts in die Atmosphäre. Dort oben treiben die Winde ihr Spiel und sorgen für Ortsveränderung. Die gravitirende Tendenz des Tropfbarflüssigen führt den kondensirten Dampf aus der Atmosphäre zur Erdoberfläche zurück.

Wenn das hydrometeorische Wasser den Boden berührt und damit zum Tagewasser wird, wenn dieses, auf geneigten Ebnen dem Geäder der oberirdischen Wasserläufe zugeführt, mit ihm zum Meere fließt — dann ist der oberirdisch-atmosphärische Kreislauf des Wassers vollendet.

Aber damit sind die Erscheinungsformen des Wassers der Erde noch nicht erschöpft.

Von den großen und kleinen Sammelbecken des stehenden Wassers — den Oceanen, Binnenmeeren und Seen — ausgehend, landein und bergauf dem fließenden entgegen, treffen wir nur auf allbekannte und verständliche Erscheinungen; wir sehen die Ströme, Flüsse, Bäche in den geneigten offnen Gerinnen ihrer Betten, nach dem Gesetze der schiefen Ebne und des Tropfbarflüssigen daherfließen, wir sehen den Regen auf geneigten Flächen und Thalhängen herankommen, um die Wasserläufe zu speisen; wir verfolgen letztere bis zu den Spitzen der letzten feinen Fäden ihres Wurzelsystems, bis an die Grenze des Handgreiflichen, des sinnlich Wahrnehmbaren, bis an die Quellen.

An dieser Grenze endet das oberirdische und beginnt das unterirdische Wasser, endet die Gewißheit und beginnt die Hypothese.

Wer sein übliches Pensum Physik gelernt, seine bau- und ingenieurwissenschaftlichen Vorträge — mehr auf die Praxis als auf die Theorie gerichtet — gehört hat, ohne sich eingehenderen geologisch-meteoro-hydrologischen Studien hinzugeben, der wird freilich „über den Kreislauf des Wassers“, „über den Ursprung

der Quellen" Erklärungen erhalten haben, die — durchaus plausibel und anscheinend erschöpfend — mehr den Charakter des Wissens als des Vermuthens an sich tragen.

So lesen wir z. B. in einem neuesten (für die Praxis überaus schätzbaren, sehr reichhaltigen) Werke, dem von Heusinger von Waldegg und Anderen herausgegebenen „Handbuch der Ingenieurwissenschaften" (3. Band: Wasserbau; Leipzig 1877; pag. 5):

„Nach zahlreichen unhaltbaren Hypothesen wurde als einzig richtige Beantwortung zu Anfang dieses Jahrhunderts der „Kreislauf des Wassers" festgestellt, d. h. das Aufsteigen des Wassers als Dampf von der Meeresfläche in die Höhe der bewegten Atmosphäre, seine Fortbewegung durch die Luftströmungen und sein Niederschlag auf die Oberfläche der Erde, von welcher das Wasser in Bächen und Flüssen wieder zum Meere zurückkehrt."

Und ebendaselbst pag. 22:

„Nur ein Theil der atmosphärischen Niederschläge kehrt von der Stelle aus, wo er niederfiel, durch Verdampfung wieder zur Atmosphäre zurück; der Rest wird entweder von den Pflanzen aufgesogen, oder er vollendet seinen Kreislauf, indem er durch oberirdischen Abfluß oder durch Versickern in die Tiefe dem Gesetze der Schwere folgt und sich als Quelle, Bach und Strom oder als Grundwasser nach dem allgemeinen Recipienten hinbewegt.

Das versickernde Meteorwasser sinkt in den oberen Schichten der Erde so lange nieder, bis es eine undurchlassende Schicht antrifft. Es bewegt sich dann in der Richtung des größten Gefälles auf dieser Schicht so lange weiter, bis es entweder an der Stelle, wo dieselbe an der Erdoberfläche zu Tage tritt, als Quelle wieder erscheint oder bis es einen offenen Wasserlauf erreicht, mit dem es sich vereinigen kann."

So äußert sich ferner eine Autorität des Fachs, Professor Bischof (im Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie; pag. 224 im 1. Bande der Auflage von 1863): „Die beim Bergbau gewonnenen Thatsachen, die durch die Geognosie erlangte Kenntniß von der Beschaffenheit und dem Wechsel der Gebirgsformationen, die Erscheinungen der artesischen Brunnen u. s. w. haben über den Ursprung der Quellen so viel Licht verbreitet,

daß in der Erklärung nicht viel Hypothetisches mehr übrig bleibt."

In gleichem Sinne sprach ein alter Practicus, den wir kürzlich kennen lernten, als er eben in weiter Ebne, fern von Bergen in mehr als 100 m. Tiefe ein artesisches Wasser erschlossen hatte, das bis zu Tage emporstieg. Auch er bezog unbedenklich alles unterirdische Wasser aus der Atmosphäre. Ihm war jeder artesische Brunnen unbedingt nichts als der kurze Schenkel einer communicirenden Röhre, für deren langen Schenkel und deren Füllung aus der Atmosphäre die Natur gesorgt hat. Für seine eben gelungene Bohrung suchte er den Sitz der „drückenden Wassersäule" in einem etwa 60 km. entfernten waldigen Hügelterrain. Als ehemaliger Berggeschworener hatte er manchen tiefen Schacht befahren und manches Grubenwasser kennen gelernt; „aber alles Wasser kommt von oben", sagte er zuversichtlich, „von unten kommt keins."

2.

Solcher Zuversicht gegenüber, wie wir sie soeben von dreierlei Gewährsmännern haben aussprechen hören, überrascht und interessirt in hohem Maße eine Opposition gegen die „moderne Quellen-Theorie", wie sie in einer kürzlich erschienenen Schrift zu energischem Ausdrucke gekommen ist:

Vom Ursprunge der Quellen. Neun Vorträge, gehalten im Frühjahr und November 1878 in der Gesellschaft für Physiokratie in Böhmen. Von Dr. Alois Franz Paul Nowak, Sanitätsrath. Prag, Carl Bellmann 1878. 220 Seiten. Preis 2,40 Mark.

Der Verfasser — als Arzt weder Laie noch Dilettant und als bejahrter Mann kein Neuling in den einschlägigen Fragen — hat, nach seiner eignen Angabe, seit bereits 35 Jahren in Werken, Fachjournal-Artikeln und Vorträgen in wissenschaftlichen Vereinen der „bisherigen", der „gegenwärtig florirenden" Quellentheorie Opposition gemacht und eine dergleichen eigne vertheidigt, ohne daß es ihm gelungen wäre, in weiteren Kreisen Beachtung und Anerkennung zu finden.

Das Vorgehen eines andern Opponenten — des Dr. Volger in Frankfurt a. M.; vergl. Absatz 7 —, mit dem er jedoch nur die Opposition gegen das Geltende gemeint hat — gab Dr. Nowak

die Anregung, seine Meinung zusammengefaßt, erweitert und erläutert in einem Cyclus von Vorträgen endgiltig niederzulegen und dieselben dem Druck zu übergeben.

Die Arbeit bietet viel Anregendes. Werthvoll ist sie namentlich durch das aus einer reichen Literatur fleißig zusammengetragene Material an Problemen, bei denen die Erklärung des Auftretens von Wasser durch die giltige Quellentheorie mehr oder weniger schwierig — ihr Gegner meint „unmöglich" — ist.

Bevor Dr. Nowak seinen Angriff eröffnet, ist es ihm Bedürfniß, sein Angriffs-Objekt, die „moderne Quellentheorie" zu kennzeichnen.

Es passirt ihm dabei, was Jedem passirt, der vor einem nicht ganz ungemischten Publikum fachwissenschaftliche Vorträge zu halten unternimmt: Er fürchtet, daß die eine Kategorie seiner Zuhörer oder Leser es ihm übel nehmen möchte, wenn er zu weit ausholt, zu viel erklärt, was die Hörenden ja doch längst zu wissen sich bewußt sind, und er fürchtet, daß eine zweite Kategorie seines Publikums dessen gleichwohl nicht unbedürftig sein möchte, was die erste nochmals hören zu sollen übel nehmen könnte.

Vorbeugend sagt er deshalb in der Einleitung: „Um ein vollständiges Ganzes zu liefern, werde ich leider gewungen sein, Sie häufig an Bekanntes zu erinnern."

Auch wir wünschen und hoffen Leser beider vorbezeichneten Kategorien. Deshalb, und „um ein vollständiges Ganzes zu liefern", werden auch wir nicht umhin können, Diejenigen, die sich berufsmäßig für den Gegenstand interessiren müssen, hier und da „an Bekanntes zu erinnern".

3.

Um über das unterirdische Wasser — seine Herkunft, sein Verweilen und sein zu Tage Kommen — eine eigne Ansicht begründen und andere Ansichten beurtheilen zu lernen, namentlich eine, die auf Neuheit Anspruch macht und lange Gegoltenes als unberechtigt nachzuweisen unternimmt — wird es förderlich oder sogar erforderlich sein, zunächst die geschichtliche Entwickelung der „Quellen-Theorien" in ihren Hauptmomenten ins Auge zu fassen.

Das älteste schriftliche Zeugniß einer der gangbaren Quellentheorie nahe kommenden Auffassung findet sich in der Meteorologie

des Aristoteles (384—322 v. Chr.). Seiner Meinung nach ziehen die hochgelegnen Gegenden der Erde das Wasser aus der Atmosphäre an, das, in den Boden eindringend und durchsickernd, Wasseransammlungen in unterirdischen Höhlen speist, aus denen durch natürliche Kanäle die Quellen zu Tage treten.

Die gleiche Ansicht vertritt Vitruv (Zeitalter des August. De architectura; 8. Buch: Ueber Anlegung und Struktur von Wasserleitungen): Das durch die porösen, wasserdurchlässigen Schichten sickernde Regen- und Schneewasser findet früher oder später undurchlassende Stein-, Erz- und Thonlager, die es nöthigen, seitwärts einen Weg zum Abfließen zu suchen.

Wenn die alten Autoren — in ihrer Vorstellung von den „vier Elementen" befangen — von der Verwandlung des Wassers in Luft und der Luft in Wasser sprechen; Seneca sogar zur Erklärung mancher Quellen eine Verwandlung von Erde in Wasser annimmt, so klingt das zwar im modernen Sinne unwissenschaftlich, deutet aber doch auf eine richtige Ahnung des Wechsels von Verdampfung und Niederschlag, der Mineralisirung des Wassers, des Kreislaufs durch Erdrinde und Atmosphäre.

Für diese Circulation schlagen wir die kurze Bezeichnung der „obere Kreislauf" vor; im Gegensatze zu der Vorstellung eines sogleich näher zu charakterisirenden „unteren Kreislaufs" die sich zuerst von Lukrez (um 95—51 v. Chr.: De rerum natura, 6. Buch,) ausgesprochen findet. Nach Lukrez soll das Wasser des Meeres durch die porösen Erdschichten sickern und sich zu Quellen, Bächen und Flüssen wieder sammeln. Es kann dem dichterischen Philosophen nicht entgangen sein, daß die Quellen höher liegen als das Meer; er muß sich also eine treibende Kraft — sei es das Feuer oder die Capillarität — gedacht haben, die den aufsteigenden Ast seines Kreislaufs innerhalb der Erdrinde ermöglicht.

Der in Vorstehendem hervorgehobene Gegensatz der Anschauungen, zu dessen kurzer Charakteristik wir die Bezeichnungen oberer und unterer Kreislauf vorgeschlagen haben — hat sich in der geschichtlichen Entwickelung der Quellen-Theorien wiederholt: Dr. Nowacks „neue" Theorie basirt auf dem von Lukrez ausprochenen Grundgedanken.

Es ist bekannt, daß im Mittelalter der Nebel der scholastischen Philosophie das klare Licht der Wissenschaft, namentlich auch der Naturwissenschaft, verhüllte. Erst im 17. Jahrhundert beginnt

die Zeit einer neuen, besonders auf Beobachtung gegründeten Forschung.

Für unsern Zweck verdient hier zuvörderst Halley, der berühmte Astronom, Erwähnung. Er war 1676 von der englischen Regierung zur Beobachtung des südlichen Sternenhimmels nach St. Helena geschickt worden. Es fiel ihm auf, daß dort der nächtliche Thau auf den Bergen die Gläser seiner Fernröhre mit dicken Tropfen bedeckte und das Papier durch Feuchtigkeit zum Schreiben untauglich machte. Er folgerte, daß die hauptsächlich aus dem Meere aufsteigenden Dünste sich auf Hügeln und Bergen verdichteten und am Fuße derselben als Quellen wieder zum Vorschein kämen.

Es ist dies im Wesentlichen nichts Anderes, als was schon Aristoteles angenommen hatte und jedenfalls nur ein gelegentlicher Beitrag zur Begründung der modernen Hypothese vom Ursprunge der Quellen.

Ausdrücklich mit dem Gegenstande beschäftigte sich und epochemachend für denselben wurde erst Mariotte. Seine bezügliche Arbeit „Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides" befindet sich im 2. Bande seiner — erst 1717, 33 Jahre nach seinem Tode — zu Leyden herausgekommenen gesammelten Werke.

Mariotte verwarf ausdrücklich die Hypothese, daß Quellen aus den Dünsten entstünden, die aus der Erde aufstiegen und in höher liegenden Hohlräumen der Erdrinde niedergeschlagen würden (also die Lukrezische Theorie) und behauptete, daß vielmehr die atmosphärischen Niederschläge die einzige Speisung der Quellen lieferten. Um mit Zahlen beweisen zu können, ließ er zu Dijon einen Regenmesser aufstellen*) und ermittelte die jährliche Regenmenge im Mittel zu 19 Pariser Zoll 2½ Linien. Er schloß daraus auf die Menge Regen, die das ganze Seinegebiet oberhalb Paris empfinge, berechnete andererseits die Wassermenge, die von der Seine abgeführt wurde und kam zu dem Resultate, daß letzteres nicht ganz ein Sechstel der ersteren wäre, daß also trotz aller

*) Das Messen der Regenmenge ist keine Originalidee Mariottes. Schon Leonardo da Vinci (Ende des 15. Jahrh.) hatte Regenmesser konstruirt.

Unterwegs-Verluste durch Verdunstung und den Verzehr durch Thiere und Pflanzen — das Regenwasser unzweifelhaft ausreiche, um alle offnen Wasserläufe, also auch alle Quellen zu speisen.

4.

Diese von Mariotte entwickelte und vertheidigte Quellentheorie wurde von Anfang an vielfach bekämpft. Ein Haupteinwurf seiner zeitgenössischen Gegner war die angebliche Erfahrung, daß das Meteorwasser ja gar nicht tief einzudringen vermöge, vielmehr von den Pflanzen verzehrt werde oder wieder verdunste. La Hire z. B. berichtete in den Memoiren der französischen Akademie vom Jahre 1703 über einen seiner Meinung nach entscheidenden Versuch. Er hatte eine Schüssel 8 Fuß tief in etwas geneigter Stellung vergraben und von ihr aus ein bleiernes Rohr von 12 Fuß Länge in den angrenzenden Keller geführt; in 15 Jahren war aber kein Tropfen Wasser zum Vorschein gekommen.

Wir finden heut zu Tage derartige Einwendungen völlig nichtig. Damals war die Sache neu, und so lange nur erst wenig Erfahrungen in einer Richtung vorliegen, findet leicht Jeder eine für seine Ansicht passende; erst die überwältigende Fülle von Erfahrungen zu Gunsten der einen der streitigen Hypothesen gewinnt den Charakter des zwingenden Beweises. Heut wird Niemand mehr zweifeln, daß die Hydrometeore in der allgemeinen Porosität lockerer Gebilde, wie des Sandes und Kieses und den zahllosen Zerklüftungen und Spaltungen in an sich dichten geognostischen Formationen, Kanäle und Gänge genug vorfinden, um, der Schwere folgend, in große Tiefen unter der Oberfläche gelangen zu können. Es liegt durchaus kein Grund vor, es nicht plausibel zu finden, daß solche natürliche Fallschächte bis in jene Regionen des Erdinnern reichen können, wo es heiß genug ist, um das Wasser in Dampf zu verwandeln und ihm in dieser Gestalt einen Rückweg zu erschließen. Andre jener natürlichen Kanäle werden früher umbiegen und irgendwo in einer Bergwand ausmünden; oder auch im Bette eines Flusses, auf dem Grunde eines Sees, eines Meeres.

Ein Theil des Meteorwassers gelangt nicht erst in röhrenförmige Hohlräume, sondern nur auf unterirdische „undurchlässige“ geneigte Flächen und Mulden, die es nach einem verhältnißmäßig viel kürzeren Wege zu Tage führen.

Von der eben charakterisirten Verschiedenheit der unterirdischen Führung hängt die Erscheinungsform der Quellen ab. Die schiefen Ebnen und Mulden „wasserundurchlässiger“ Erd- und Gesteinsarten erzeugen an natürlichen oder künstlichen Steilböschungen, wo sie zu Tage austreten, bald bloßes Ausschwitzen, bald mehr oder weniger reichlich rinnende oder laufende Quellen; ein natürlicher Kanal oder Wassergang, der die Form eines rechten oder stumpfen Winkels hat (vertikal abwärts, dann geneigt seitwärts), wird ebenfalls eine laufende (meist verhältnißmäßig reichere und stetigere, weil durch natürliche unterirdische Sammel- und Ausgleichungs-Reservoirs gespeiste) Quelle erzeugen; ein Wassergang in Gestalt einer communicirenden Röhre dagegen wird eine steigende oder springende Quelle zur Folge haben; und, je nach der Tiefe bis zu der der tiefste Punkt der communicirenden Röhre hinabreicht, wird ein solcher Springquell jede beliebige Temperatur, bis zum Siedepunkte, und je nach den Formationen, die der Kanal passirt, wird der aufsteigende Quell jede beliebige Mineralwasser-Qualität haben können. All' diese Vorgänge der ober-unterirdischen Wasserbewegung haben in dem Rahmen der auf Mariotte zurückzuführenden Quellentheorie des atmosphärisch-unterirdischen oder des „oberen Kreislaufes“ ungezwungen Platz und eben deshalb hat wohl jene Theorie so allgemeinen Beifall gefunden.

Wir erwähnen zur Vervollständigung unseres historischen Abrisses nur noch, daß der Abschluß der das 18. Jahrhundert hindurch geführten Polemik zu Gunsten Mariottes hauptsächlich durch die Vertheidigung zweier Gelehrten herbeigeführt worden ist: Deluc (Recherches sur les modifications de l'atmosphère, Genf 1772) und de la Metherie (Theorie der Erde, 1797).

5.

Hat hiernach die Quellentheorie des oberen Kreislaufs, den schon Aristoteles und Vitruv verkündeten, die Majorität für sich gewonnen, so hat doch auch der untere Kreislauf, den Lukrez andeutet, seine gelehrten Vertreter gefunden. Unter ihnen keinen Geringeren als Descartes (latinisirt Cartesius; seine bedeutendsten Werke sind lateinisch geschrieben), der freilich 34 Jahre vor Mariotte starb, also an der durch letzteren angebahnten Polemik über den Ursprung der Quellen keinen Antheil genommen haben

kann. Nach Descartes' Meinung giebt es in der Erde eine Menge durch unterirdische Kanäle mit der See in Verbindung stehende Höhlen, in welche das Meerwasser sich zieht, dann durch die Wärme des Erdkerns verdampft, an den kälteren Höhlenwölbungen sich condensirt, in höher gelegenen feinen Kanälen sich sammelt und weiter fließt, bis es als Quellen zu Tage tritt.

Descartes' Hypothese wurde von mehreren Gelehrten acceptirt und vertheidigt, darunter von Athanasius Kircher, der Mariottes Zeitgenosse war (Mundus subterraneus, Amsterdam 1678); von diesem dahin erweitert, daß bei dem Durchgange des Seewassers durch das Erdinnere dasselbe destillirt werde; ferner dadurch, daß als Gelegenheit und Anlaß zum Aufsteigen des fein vertheilten Wassers im Gestein auch die Kapillarität in Anspruch genommen wurde.

6.

Neben den vorstehend besprochenen beiden Kreislauf-Theorien sind noch mehrfache andere Hypothesen aufgestellt und — von der Wissenschaft abgelehnt worden. Auch Kepler erscheint unter diesen Hydro-Hypothetikern (Harmonices Mundi, Linz 1619 — also nach Descartes, aber vor Mariotte). Kepler faßt die Erde als ein großes Lebewesen animalischen Charakters auf, das das Meerwasser einsaugt und im Ausathmen, zu Quellen süßen Wassers transformirt, wieder von sich giebt. Wenn bei Kepler, der trotz seines astronomischen Scharf- und Hellblicks in manchen abergläubisch-mystischen Dunkelheiten seines Zeitalters befangen war — eine so phantastische Auffassung nicht sehr auffallend ist, so überrascht es doch, einer nahe verwandten abenteuerlichen Vorstellung bei einem Gelehrten unserer Tage wieder zu begegnen, zumal einem Fachmanne, wie dem Halleschen Hofrath Keferstein, einem der verdientesten Geognosten. („Versuch einer neuen Theorie der Quellen und insbesondere der Salzquellen." Im 5. Bande seines Werkes: Teutschland geognostisch-geologisch dargestellt; Weimar 1821 bis 1831.) Keferstein läßt die Erde in animalischer Weise atmosphärische Luft einathmen und, nach im Innern vollzogener Umformung — „mephitische" ausathmen, während aus dem zurückbehaltenen Sauerstoffe der Luft das Wasser der Quellen gebildet werden soll.

7.

In neuester Zeit hat Dr. Volger in Frankfurt a. M.*) bei Gelegenheit eines Vortrages „über die wissenschaftliche Lösung der Wasserfrage mit Rücksicht auf die Versorgung der Städte" (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Band XXI., 11. Heft) eine „neue" Quellentheorie skizzirt, die — wenn wir die flüchtige Skizze richtig verstanden — auf folgendem Ideengange beruht.

Ueberall, wo andere irdische Gebilde Lücken lassen, dringt die atmosphärische Luft ein; also auch in die mannigfaltigen Poren der festen Erdrinde. Wo Luft ist, ist auch Wasserdampf. Unter Umständen wird er bekanntlich kondensirt, d. h. aus dem elastischflüssigen in den tropfbarflüssigen Aggregatzustand übergeführt. In der freien Atmosphäre bringt die Verdichtung die Hydrometeore zu Wege. Die Meteorwasser laufen als Tagewasser ab, oder bleiben in Pfützen stehn und verdunsten wieder, oder dringen in die oberste Bodenschicht ein, die sie anfeuchten und in der sie die Wurzelnahrung der Pflanzendecke bilden; was sich etwa an eingesickertem Meteorwasser im Boden verhält, bildet jedenfalls nur ein ganz seichtes, schales Wasser. „Das unsere natürlichen oder künstlich eröffneten Quellen nährende Grundwasser entsteht aus der Condensation des Wassergehaltes der Luft in dem vor allen Verunreinigungen durch die Lebenswelt geschützten Untergrunde des Erdbodens, eine wahre aqua destillata, welche je nach der Beschaffenheit der leitenden und beherbergenden Schichten, Spuren von deren Mineralstoffen aufnimmt, zugleich aber durch den bleibenden Kohlensäuregehalt einen hohen Vorzug besitzt."

Nachdem Dr. Volger zuvor ein unbedingtes Verdammungsurtheil „über die noch jetzt von allen Kathedern gelehrte Quellentheorie" ausgesprochen hatte, wollte uns seine neue Theorie doch gar nicht so ganz gegensätzlich erscheinen. In dem einen wie in dem andern Falle handelt es sich um das, was wir als „oberen

*) Bekannt wurde Volger durch eine eigenartige, anti-vulkanistische Erdbeben-Theorie, die im Wesentlichen darauf hinausläuft, jene Naturerscheinung auf Sackung der Gebirgsmassen zufolge Einstürzen unterirdischer Hohlräume zurückzuführen, zahlreicher Auswaschungen der löslichen Mineralien, wie Salz, Gyps 2c., die im Laufe der Zeit durch unterirdische Wasserläufe erfolgt sind und unausgesetzt weiter erfolgen.

Kreislauf" bezeichnet haben. Die Glieder dieses Zirkels sind: das Wasser in Dampfform in der Luft, seine Condensation zu tropfbarflüssigem Wasser, unterirdischer Lauf und zu Tage Kommen als Quelle. Ob die Majorität der öffentlichen Meinung jene Condensation sich in der freien Atmosphäre allein vorstellt, und den Grenzpunkt, wo das Meteorwasser zu Sickerwasser wird, an der sichtbaren Oberfläche der Erde findet oder ob Volger die quellgebende Condensation erst in die unterirdische wasserhaltige Luft verlegt — die Kette der Erscheinungsformen bleibt unseres Erachtens dieselbe; nur ihre Mittelglieder werden etwas verschoben. Allenfalls wäre die Volgersche Vorstellung geeignet, Diejenigen zu entwaffnen, die an der den Hydrometeoren zugetrauten Eindringungstiefe Anstoß genommen haben; sie wäre also mehr eine berichtigende Bestätigung als eine Negation der seit Mariotte wissenschaftlich behandelten und jetzt „von allen Kathedern gelehrten" Quellentheorie.

Ob aus diesem oder einem andern Grunde — jedenfalls gefällt dem Dr. Nowak zwar Volgers Verurtheilung der gangbaren, aber keineswegs dessen neue Theorie.

8.

Seine eigene Theorie hat Nowak seinen Zuhörern erst im fünften Vortrage verrathen. Vielleicht hat der Zauber des gesprochenen Wortes die Ungeduld der Zuhörer während der ersten vier Abende beschwichtigt — als Leser waren wir während der entsprechenden ersten 96 Seiten des Niederreißens fortwährend auf den Neubau gespannt, den Nowak an die Stelle setzen würde. Auf Grund dieser Erfahrung wollen wir in unserer Besprechung der Nowakschen Schrift die Ordnung des Verfassers umkehren und sofort seine neue Theorie charakterisiren.

Wie wir schon oben allgemein anführten, gehört sie in die Kategorie des „unteren Kreislaufs", den wir zuerst bei Lukrez angedeutet und in der modernen Wissenschaft durch Descartes vertreten fanden.

Bei der heutigen Kenntniß von der geognostischen Beschaffenheit der Erdrinde zweifelt Niemand mehr daran, daß dieselbe von Spalten, Klüften, Röhren und Kanälen in allen Dimensionen und Richtungen, namentlich auch radial nach dem Erdcentrum zu, sowie

von großen und kleinen Hohlräumen durchsetzt ist. Ebenso wird Jeder zugeben, daß diese Porosität der äußeren Erdkruste sich nicht auf diejenigen Partien beschränken müsse, die, dermalen vom Wasser unbedeckt, als Festland und Inseln sich darstellen, sondern ebenso in den eingesenkten, von den Oceanen unseres Planeten ausgefüllten Partien vorhanden sein möge.

Daran knüpft sich nun aber sofort die Frage, was aus dem durch die zahlreichen Lecke der oceanischen Becken entweichenden Wasser wird? Hier sieht der Gedanke sich genöthigt, in größere Tiefen zu versinken, als die verhältnißmäßig sehr dünne, sinnlich wahrnehmbare, dem Menschen bis jetzt zugänglich gewordene Erdkruste von nur 1/900 des Erdhalbmessers direkt gestattet; von dem verhältnißmäßig festen Boden der Geognosie muß er sich auf den der Geologie begeben.

Seit die Astronomie den Mond, ohne Atmosphäre und ohne Wasser, zu greisenhafter Erstarrung gealtert; seit die Spectralanalyse die Sonne als in voller Jugendfrische glühend nachgewiesen hat, zieht aus diesem gleichzeitigen vor Augen Liegen zweier Altersstufen des kosmischen Lebens die Geologie für ihre Hypothese des Entstehens der Erde aus verdichtetem, in einem gewissen Stadium feurig-flüssigen und dann langsam erkaltenden kosmischen Stoffe eine Folgerung, die einer Beweisführung nahe kommt. Den dermaligen Stand dieses — nach menschlichem Zeitmaßstabe überaus langsamen — Abkühlungsprozesses stellen sich die Meisten dahin vor, daß nur erst eine verhältnißmäßig dünne Kruste völlig erkaltet, die innere Erdmasse aber noch im Schmelzzustande sei; eine Annahme, zu der das noch fortdauernd vorkommende Ergießen von Lava aus den thätigen Vulkanen, den „Sicherheitsventilen der Erde", Veranlassung giebt. In einem gewissen Abstande vom Centrum wird dann die Erdmasse im Allgemeinen nicht mehr feurig-flüssig, sondern starr, aber noch glühend heiß sein; weiterhinaus wird die Temperatur gradweise sinken. In der flüssigen Partie wird die Masse homogen und zusammenhängend seien; in der erstarrten Masse mußten durch Contraction Sprünge und Hohlräume aller Art entstehen. Mit diesem allgemeinen Bilde werden, wie gesagt, die Meisten einverstanden sein.

9.

Nowak stellt sich den Zustand etwas anders vor. „Abweichend" — sagt er wörtlich — „von der Mehrzahl der Naturforscher" denkt er sich den Erdkern „nicht als eine durchaus geschmolzene, durchaus feuerflüssige, sondern als eine in ihrem Innern compacte, nur überall an ihrer Oberfläche wirklich glühende mineralische Masse." Von diesem heißen Kerne — dem „Magma" — unterscheidet er die — nach menschlichem Temperaturmaßstabe — bereits erkaltete Erdkruste, von der er es dahin gestellt sein läßt, ob man ihre Dicke, wie manche Geologen wollen, zu etwa $^1/_{300}$ des Erdhalbmessers oder mit Andern beträchtlich größer anzunehmen habe. Diese feste und erkaltete Kruste legt er nicht dicht anschließend um den zwar auch festen aber glühenden Kern, sondern er vermuthet beide durch „einen ziemlich allgemeinen Hohlraum", für den er den Namen des „tellurischen Hohlraums" vorschlägt, getrennt; ein Zusammenhang zwischen Kern und Kruste möge vielleicht „in der Gegend unserer beiden Pole" bestehen.

Wodurch unser Hypothetiker das Entstehen dieses tellurischen Hohlraumes bedingt erachtet, haben wir nirgends von ihm angegeben gefunden. Wenn die Thatsache richtig wäre — was festzustellen einstweilen für das Menschengeschlecht freilich noch keine große Schwierigkeit haben dürfte — so ließe sie sich allenfalls auch erklären. Die Erde mit ihrem „tellurischen Hohlraume" erinnerte uns unwillkürlich an eins jener Brote, die man mit einem Ausdrucke des gemeinen Lebens „abgebacken", in manchen Gegenden „erlöst" (d. h. abgelöst) nennt. Das Phänomen tritt ein, wenn der stark aufgegangene Teig durch zu große Oberhitze in seiner äußersten Schicht zu schnell erhärtet, so daß diese das dann erfolgende Zusammensinken der inneren Masse nicht mitmachen kann. Auch die Erde könnte man sich in einem gewissen Stadium stark „aufgegangen", durch Gase aufgebläht denken. Hier erfolgte die Bildung der Kruste durch Erstarrung an der verhältnißmäßig kühleren, Wärmeausstrahlung gestattenden Atmosphäre. Läßt man dann, nachdem einmal eine Ablösung entstanden, die Cohäsion der Masse überwunden war, die Centrifugalkraft auf die immerhin während einer gewissen Zeit noch weiche Erstarrungskruste wirken, so ließe sich wohl aus den gegensätzlichen Tendenzen der Centrifugal- und der Centripetalkraft jener Erfolg plausibel machen, der in der

Erde das Phänomen des „Abbackens" und den Nowakschen „tellurischen Hohlraum" hervorgerufen haben könnte, welch' letzterer am Aequator am stärksten ausgesprochen sein würde, während an den Polen Kern und Kruste zusammenhängend geblieben wären.

In jener Zeitferne muß äonenlang unser Planet einen weitleuchtenden Punkt im Weltraum gebildet haben; er war damals, was heut noch seine Sonne ist. Vielleicht war gleichzeitig sein Trabant, der Mond, auf der höchsten Entwickelungsstufe. Und wenn es zur Zeit Mondleute gegeben hat, die denkend und folgernd um sich her und an ihren Himmel blickten, so werden sie an dem strahlenden Nachbar-Sterne, der ihnen unter neunmal so großem Sehwinkel erschien wie uns die Sonne, Fackeln und Flecken, Protuberanzen, Photosphäre und was sonst unsere Astronomen an der Sonne wahrnehmen, an der damaligen Erde wahrgenommen haben. War etwa gar den Mondleuten die Spectral-Analyse bekannt, so werden sie auch die gewaltigen Feuergarben des glühenden Wasserstoffs erkannt haben. Vielleicht haben es Mondgeschlechter noch erlebt, wie das aus dem eigenen Innern genährte Leuchten der Erde nach und nach erloschen ist; vielleicht war auch die Lebenswelt des Mondes schon zur ewigen Ruhe gegangen, als hier auf Erden Wasserstoff und Sauerstoff zu der neuen Erscheinungsform des Wassers sich verbanden. Fernere, ungezählte Aeonen hindurch hat dann jene Zusammen- und Gegenwirkung von „Wasser und Feuer" gewaltet, die schließlich der Erdoberfläche ihr jetziges Relief, ihre Kontinente und Inseln, ihre Ebenen, Hügellandschaften und Hochgebirge, ihre Wasserläufe und Wasserbecken bis zu den großen, tiefen, die Länder umgürtenden Oceanen gegeben hat. — Jener Kampf, wenn auch sehr abgeschwächt, waltet aber noch immer; die über die Erde vertheilten Vulkane aller Art, namentlich die Schlamm und Wasser auswerfenden bis zu den verhältnißmäßig harmlosen heißen und warmen Quellen geben davon Zeugniß. — Selbst der scheinbar friedliche Vorgang „Verdunstung und Niederschlag" ist ja nichts Anderes, als ein wechselndes Siegen von „Feuer und Wasser".

Die erste Erscheinungsform des Wassers kann wegen der zur Zeit bis zur Erdoberfläche herrschenden hohen Temperatur nur die des Wasserdampfes gewesen sein. Als der tropfbarflüssige Aggregatzustand möglich wurde, trat auch die Gravitation in ihre Rechte, und das Wasser mußte durch alle ihm gebotenen Wege

nach der Tiefe dringen. Viele dieser Wege mögen Sackgassen, d. h. in größerer oder geringerer Tiefe unten durch festes Gestein abgeschlossen sein; viele aber würden auch bis in den präsumtiven tellurischen Hohlraum hinabreichen. In diesem Raume herrscht begreiflicherweise eine genügend hohe Temperatur, um alles von oben her eingedrungene Wasser in Dampf zu verwandeln; die glühende Erdkern-Oberfläche giebt dazu ohne Zweifel mannigfache mineralische, glühend heiße Dämpfe.

Die Decke (oder nach dem bergmännischen Ausdrucke das „Hängende") des tellurischen Hohlraumes denkt sich Nowak im Allgemeinen als ein Negativ des äußeren Erdreliefs: den tiefen Meeresbecken mögen unten Senkungen, den Gebirgserhebungen hohe Gewölbe und Kuppeln entsprechen. Schon diese werden um so kühler sein, je weiter sie von der Heizfläche des Erdkerns entfernt sind; noch kühler die zahlreichen Kanäle, die ja zugestandenermaßen auch diese Partieen der Erdrinde durchsetzen. Haben wir also unter den Meeresbecken zahllose Fallschächte anzunehmen, so führen durch die kleinen und großen Erhebungen der Erde zahllose Steigschächte; durch jene sinkt das tropfbarflüssige Wasser in den tellurischen Hohlraum, durch diese steigen aus demselben Dämpfe empor, die sich früher oder später condensiren, längere oder kürzere Zeit unterirdisch verweilen, in Höhlen und Stollen gerathen, oder auch, die oberste Schicht einer dichten Formation durchbrechend, auf dachförmig geneigte Flächen und Mulden. Auch diese Ausgänge — wie die zuvor betrachteten Eingänge — können Sackgassen sein, und das Wasser, das in solche geräth, wird unterirdische Wasseransammlungen bilden, deren manche der Mensch auf seinen Höhlenwanderungen entdeckt; von deren Vorhandensein der Bergmann nicht selten zu seinem Schreck und Schaden in Gruben und Schächten überraschende Kunde gewinnt, die wir aber auch zu unsrem Nutzen mit Brunnensenken und Bohrungen aufsuchen, um aus der Tiefe zu holen, was die wasserarme Oberfläche versagt. — Zahllose unterirdische Wege führen aber auch in allen Richtungen von selbst zu Tage und bringen uns die mannigfaltigen Quellen; reichlich und schwach, stetig und wechselnd, kalt und heiß, rein und mineralisch.

Dies wäre die Nowak'sche Quellentheorie, zu deren Begründung im Sinne des Autors wir nichts Wesentliches übersehen zu haben hoffen.

10.

Die Annahme unterirdischer Wasserbecken und Wasserläufe, die alle Quellen speisen, hat die Nowak'sche Theorie mit der bisher meistverbreiteten gemein; letztere bezieht ihr unterirdisches Wasser auf dem Wege des freien Falls der Hydrometeore, die — soweit sie nicht als Tagewasser oberirdisch ablaufen oder verdunsten oder von der organischen Welt verzehrt werden — nach demselben Gesetze ihren Weg als Sickerwasser fortsetzen, — Nowak setzt das Haupt-Wasserreservoir in seinem tellurischen Hohlraum und läßt es als resp. durch Dampf emporgetrieben werden. Er leugnet ja nicht etwa den in der That unleugbaren, durch die atmosphärische Verdunstung vermittelten oberen Kreislauf, er bestreitet ihm nur den ihm von der Majorität der Naturforscher zugestandenen überwiegenden Einfluß auf das Phänomen der Quellen.

Auf der andern Seite werden die Anhänger der Sickertheorie nicht darauf bestehen, schlechthin alle Quellen-Phänomene aus hydrostatischem Drucke erklären zu wollen. Wenn in der eingangs citirten Stelle Professor Bischof die Meinung äußert, „daß nicht viel Hypothetisches mehr übrig bleibt", so räumt er indirekt ein, daß Eins oder das Andere doch noch hypothetisch ist.

Derartige beiderseitige Zugeständnisse heben aber den Gegensatz der Ansichten nicht auf, der eben darin beruht, daß die weit überwiegende Mehrzahl der Fälle als nur durch die eigene Hypothese gut, durch die gegnerische aber nicht erklärbar erachtet wird.

Den entsprechenden Nachweis der Unauskömmlichkeit der bisherigen und des ungleich besser Zutreffenden seiner eignen Theorie vom Ursprunge der Quellen glaubt Nowak führen zu können.

Indem wir seinen Deductionen folgen und seine Kritik unsrerseits kritisch beleuchten, werden wir nicht nur das unterirdische Wasser und sein Zutagekommen in seinen mannigfaltigen Formen — den allbekannten, alltäglichen sowohl, als den seltenen, räthselhaften — in Betracht ziehen, sondern uns auch darüber schlüssig machen können, wie wir diese Phänomene uns erklären wollen. Indirekt werden wir damit zugleich Beiträge zur Theorie des Quellenfindens gewinnen.



11.

Die Raumbeschränkung, die wir uns auferlegen zu sollen glaubten, verbot das Eingehen auf alle die sehr zahlreichen Fälle, die Nowak aus einer reichhaltigen Literatur zusammengetragen hat. Es wird für unsern Zweck aber auch ausreichend sein, wenn wir die Quellen-Phänomene und sonstigen hydro-meteorologischen Probleme in Kategorien zusammenfassen und jede derselben an einem oder einigen der besonders charakteristischen Beispiele erörtern.

Die Aufzählung dieser Kategorien, die Disposition für unsere Besprechung und eine Uebersicht des Inhalts derselben schicken wir voraus, um den Leser über das zu orientiren, was er zu erwarten hat, und um das Nachschlagen zu erleichtern.

I. Das unterirdische Wasser und die normalen Quellen-Phänomene.

II. Die artesischen Brunnen.

III. Das Problem des Gleichgewichts zwischen dem atmosphärischen Niederschlage und den offnen Wasserläufen einerseits und der Verdunstung andererseits.

IV. Abnorme Quellen-Phänomene.

I. Das unterirdische Wasser und die normalen Quellen-Phänomene.

12.

Es ist der Kernpunkt der Aufgabe, die Nowak sich gestellt hat, nachzuweisen, daß das quellengebende unterirdische Wasser aus der Atmosphäre **nicht** stammen könne.

Da ist denn ein Schauplatz sehr geeignet, wo der Fuß des Wanderers oder des ihn tragenden Kameels unter ehernem Himmel über glühenden Sand und kahles Felsgeröll in wasserloser Oede dahinschreitet.

Sechs Tagereisen währt solcher Marsch durch den schauerlichsten Theil der Wüste, die „Hammada“, bis endlich der gesegnete Brunnen, „el Hassi“, erreicht ist. Der aber hat Erfrischung genug für die größte Karawane, denn fortwährend steigt in ihm das Wasser empor.

Chavanne, dem Nowak diese lebendige Schilderung entlehnt, fügt dann die, nach Nowaks Meinung „nichtssagende“, Erklärung hinzu: „Ohne Zweifel ist hier eine Einsenkung in der Thalebene, und eine unter dem losen Sande liegende Felsenschicht sammelt die Feuchtigkeit.“

Nowak citirt eine verwandte Erklärung aus Gehlers physikalischem Wörterbuche.*) Nachdem vorher gesagt worden (was Nowak nicht mit citirt): Sandebenen seien meistens sehr trocken, aber dennoch finde man häufig in einiger Tiefe das sogenannte Grundwasser; Quellen finde man in solchen sandigen Gegenden verhältnißmäßig selten, gegrabene Brunnen leichter, — heißt es wörtlich: „jedoch werden allezeit Quellen erzeugt, wenn das Wasser der Hydrometeore aus höher liegenden Gegenden auf einer festen

*) Sie befindet sich im 7. Bande, pag. 1034.

Grundlage herabfließt und sich irgendwo durch eine dünnere Sandschicht einen Weg bahnt. Auf diese Weise entstehen mitten in unermeßlichen Sandwüsten die sogenannten Oasen." Bis dahin citirt Nowak und kleidet dann seine Kritik in die Frage: „Kann es wohl über eine ganze große Reihe der interessantesten Naturerscheinungen eine nichtssagendere, eine ungerechtfertigtere, um nicht zu sagen, eine dünkelhaftere Erklärung geben?" — Wir wollen zunächst das Citat, das Nowak willkürlich mitten im Satze abbricht, bis zum nächsten Punkte fortführen: „ . . . Oasen oder diejenigen Plätze — hauptsächlich in Afrika —, wo das feste Gestein, meistens der Granit, so hoch liegt, daß das aus der Nähe oder Ferne unterirdisch herbeifließende Wasser der Hydrometeore sich daselbst ansammelt, zu Tage hervorquillt und in der Regel einen Bach bildet, welcher häufig nicht weit von seinem Ursprunge wieder im Sande versiegt." Erwägen wir dann, daß die Sahara eine große Depression, ein Kessel — etwa wie der Kaspi-See, nur bereits ausgetrocknet — theilweise unter dem Niveau der benachbarten Meere, daß sie von Höhen begrenzt ist, namentlich von den Hochländern der Berberei (Biledulgerid und Plateau von Barka); ferner, daß es zwar in der Sahara sehr wenig regnet, weil der sonnendurchglühte Sand continuirlich zu viel Wärme ausstrahlt, als daß es in der unmittelbar darüber befindlichen Luftschicht leicht zur Condensation des Wassergehaltes derselben kommen könnte; daß es aber irgendwo in den angrenzenden Hochländern doch regnet, daß durch den porösen Steppenboden dieser Hochländer der Regen schnell durchsickert und in der Tiefe auf dem kühlen, abhängigen Fels fortfließen kann, bis er da, wo der Untergrund eine Mulde oder einen Kessel bildet, ein Sammelbassin findet, aus dem das filtrirte, gekühlte Wasser da, wo die überdeckende Sandschicht dünn ist, unter dem hydrostatischen Drucke des nachfließenden Grundwassers leicht als Quelle emporsteigt; daß an solchen Stellen von Alters her die von der Noth zur Wasserfindigkeit erzogenen Nomadenstämme der Wüste durch die Anlage von Brunnenbecken, d. h. Sammel- und Ausgleichs-Bassins nachgeholfen haben — ist das Alles nun wohl „nichtssagend", „ungerechtfertigt", „um nicht zu sagen dünkelhaft"?

Oasis oder Auasis, wie die Griechen das altägyptische Wort wiedergaben, im Koptischen Uah, arabisch Wah, Wad, Wadi — bedeutet „wasserhaltige Thalsenkung". In der That — immer

sind es relativ tiefste Punkte, umgeben von kleinen Bergketten und Hügelzügen, in denen sich direkt ein kleiner See von den spärlichen Regenfällen sammelt oder wo Quellen am Fuße der umgebenden Hänge entspringen!

Nowak speist die Wüstenquellen aus seinem tellurischen Hohlraume. Dies kann in zweierlei Weise gedacht werden; entweder er läßt aus dem Erdinnern Wasserdunst durch den — zugestandenermaßen porösen — Felsuntergrund der Wüste heraufsteigen und nach diesem Durchgange sich auf der Oberfläche des Felsgrundes niederschlagen — dann bedarf er weiterhin desselben Apparates wie wir, er hat dasselbe Grundwasser, dieselbe schiefe Ebene, auf der es sich abwärts bewegt, braucht dieselbe Mulden- oder Kesselform, um es zu sammeln, denselben hydrostatischen Druck, dieselbe schwache Sandschicht, um es zur Quelle umzubilden; oder es muß direkt unter der oberirdisch sichtbar werdenden Quelle ein Steigschacht aus der Tiefe angenommen werden, in dem das fertige Wasser durch inneren Dampfdruck direkt emporgepreßt wird. Sich diesen hydromechanischen Vorgang im Detail zu erklären, dürfte aber doch erheblich schwieriger sein; schwierig namentlich auch der gar nicht eruptive, sondern gleichmäßige Charakter der meisten derartigen Quellen. Auch wäre es dann ein sonderbarer Zufall, daß die Quellen immer in Einsenkungen erscheinen. Tiefgehende Spalten, wie sie die präsumtiven Steigschächte liefern könnten, dürften sich sogar eher auf Erhebungen des Felsuntergrundes finden, denn bei dem Aufblähen des granitischen Teiges werden doch eher die Wellen als die Wellenthäler geplatzt sein; sind doch noch heut die Vulkane immer Berge!

Und doch niemals ein Wüstenquell, eine Oase auf einer Hügelkuppe!

Nach alledem finden wir für die Wüstenquellen und -Brunnen die bisherige Theorie nicht nur ausreichend, sondern auch ungleich ansprechender als die neue.

Es giebt auch Wüstenquellen, die den Charakter der „springenden" (vergl. Absatz 4) haben. Sie besitzen oft höhere Temperatur und mineralische Beimengungen (Schwefel, Eisen ꝛc.). Diese gehören zu der Kategorie der Thermen, oder es sind artesische Brunnen. Derartige Phänomene finden später (Absatz 20 u. 21, Abschnitt II) ihre Erledigung.

13.

Das Ueberraschende an den Wüstenquellen und -Brunnen ist ihr Vorhandensein in einer Gegend, die — oft in weitem Umkreise — oberirdisch ganz wasserlos ist und keine äußerlich sichtbare Auffangfläche für die — überdies sehr spärlichen — atmosphärischen Niederschläge darbietet.

Ohne Zweifel noch überraschender müssen dem Laien Süßwasserquellen auf felsigen Inseln von geringer Ausdehnung erscheinen.

Ein Beispiel dieser Art bilden die Ertholmen, drei Granitklippen, die in der Nähe von Bornholm aus der Ostsee emporragen. Aus den Felsenrissen quillt hier reichlich süßes Wasser und füllt selbst im trockensten Sommer mehrere natürliche Becken.

Nach Nowaks Ueberzeugung ist es bei dieser Situation gänzlich unmöglich, die Sickertheorie anzuwenden: die Eilande sind nicht groß genug, um genügende Auffangfläche zu bieten; von Einsickern kann bei Granit doch nicht die Rede sein, und wie sollten die Quellen im trocknen Sommer ihr Dasein fristen?!

Den Flächeninhalt der Eilande kennen wir nicht, kennt auch Nowak nicht. Es läßt sich daher von vornherein ebensowenig verneinen wie behaupten, daß das Areal und die dem entsprechende Niederschlagsmenge zur Speisung einer Quelle — deren Ergiebigkeit übrigens auch nicht bekannt ist — hinreiche. Der Granit ist jedenfalls zerklüftet (die Verwitterung im nordischen Klima muß dies nothwendig zu Wege gebracht haben; die Ausdrücke „Klippen", „Felsenrisse", „Becken" bestätigen die Annahme direkt); er bietet daher viele Schlupfwinkel und Sammelplätze, wo das Wasser unter günstigen Bedingungen sich anhäuft, unter ungünstigen sich konservirt — kurz, wir haben allem Anscheine nach auf diesen Holmen eine geognostisch-meteorologische Situation, die derjenigen sehr ähnlich ist, die wir im nächsten Absatze (Hexenbrunnen am Brocken) näher beleuchten wollen. Wir verschieben die bezügliche Erklärung auf den folgenden Fall, weil bei ihm nur diese eine Erklärung möglich ist. Für das Quellen-Phänomen der Ertholmen ist aber noch eine andere Rechtfertigung der „bisherigen" Theorie möglich.

Die Ertholmen sind nichts Anderes, als besonders hoch emporgetriebne und daher noch jetzt aus der See hervorragende Blasen

jener granitischen Masse, die in ihrer stärksten Erhebung das skandinavische Gebirge und an der tiefsten Einsenkung den Boden des Ostseebeckens bildet. Ist es denn nicht sehr wohl denkbar, daß unter den zahllosen Hohlräumen, die beim Aufwallen der zur Zeit flüssigen Masse im Erkalten und Zusammensacken derselben sich gebildet haben, zufällig auch ein zusammenhängender Kanal entstanden ist, der sich nun irgendwo an den schwedischen Bergabhängen mit Wasser sättigt und, unter dem Meeresboden fortgeführt, hier in den Ostseeklippen zu Tage ausgeht? Ein seltener Fall — freilich! Aber als Seltenheit sind ja eben diese Klippen mit ihren Süßwasserquellen unter tausend anderen Klippen, die keine Süßwasserquellen haben, herausgesucht und müssen sich nun auch gefallen lassen, wenn man einen seltnen Weg annimmt, der sie speist. Und dann — warum soll denn der unterseeische Wassergang von Schweden her unglaublich sein, da Nowak doch eine sehr ähnliche Communication von den Ostseeklippen zu seinem tellurischen Hohlraum hinunter braucht? Wir gestehen ihm die Möglichkeit derartiger natürlicher Schächte willig zu — warum sollen aber nicht auch natürliche Stollen und Tunnel existiren?

14.

Bei anderen Quellen-Phänomenen ist der Nachweis eines Ueberdruck-Ausgangspunktes schwieriger. Von den Beispielen dieser Kategorie (der Gebirgsquellen) heben wir den bekannten „Hexenbrunnen" am Brocken heraus. Die Quelle liegt etwa 6$^{m.}$ unter dem Scheitel der baumlosen, aus moosbewachsenen, größeren und kleineren Granittrümmern und Granitsand bestehenden flachen Kuppe des Berges. Sie liefert — ziemlich gleichmäßig ergiebig und nur in wenigen beobachteten Fällen zeitweise ausgeblieben — im Jahre rund 16 000$^{kbm.}$ Eine durch die Quelle gelegte Horizontale schneidet eine Fläche von rund 80 000 □$^{m.}$ ab, und da der Brocken die sehr bedeutende Regenmenge von rund 1,25$^{m.}$ pro Jahr erhält, so kann das auf die Bergkuppe oberhalb der Quelle fallende Meteorwasser zu rund 100 000$^{kbm.}$ berechnet werden. Die Niederschlagsmenge ist also das Sechsfache von dem Quantum, welches die Quelle giebt. Auf den ersten Blick, sollte man meinen, müßte dieser Nachweis genügen, um die hydrometeorische Speisung des Hexenbrunnens Jedem plausibel zu machen.

Nowak bemerkt dagegen: „Bewiesen ist nur, daß dieses Sechstel des jährlichen Niederschlages zur Speisung des Hexenbrunnens **hinreichen könnte**; daß aber der Hexenbrunnen in der That von diesem Sechstel des jährlichen Niederschlages gespeist **werde**, das ist **nicht** bewiesen und kann nie bewiesen werden." Er macht dann geltend, daß zwar der Jahresertrag an hydrometeorischem Niederschlag den Jahresbetrag der in Rede stehenden Quelle reichlich deckt, daß aber die große Ungleichförmigkeit des ersteren der Gleichmäßigkeit des letzteren gegenüber den Causalnexus zwischen beiden höchst zweifelhaft macht. Bei der hohen Lage der Quelle (mehr als 1000 m. über dem Meeresspiegel) müsse doch wohl von December bis Februar der die Brockenkuppe mehrere Fuß hoch bedeckende Schnee sammt dem darunter befindlichen Granitsande fest gefroren sein, und während dieser Monate rinne gleichwohl der Hexenbrunnen unverdrossen fort. Offenbar bleibe den Anhängern der bisherigen Quellentheorie zur Erklärung solchen Räthsels kein anderer Ausweg, als „eine bedeutende unterirdische Wasseransammlung", ein sogenanntes „Reservoir" zu fingiren, ein Reservoir, genügend, um eine Wassermasse zu fassen und aufzubewahren von mindestens 4000 kbm., denn so viel Wasser sei erforderlich, um beim vollständigen Abgange, d. i. bei vollständiger Stockung jeder Speisung durch einsickerndes Meteorwasser, einen täglichen Erguß von 44,5 kbm. durch drei Wintermonate möglich zu machen. „Wo nun aber sollen wir uns dieses mächtige Reservoir denken und wie soll dasselbe eingerichtet sein, um den gegebenen Ortsverhältnissen gebührend zu entsprechen? **Unter** der Höhe der Quellenmündung kann es sich **nicht** befinden, weil ja da keinerlei „hydrostatischer Druck" vorhanden wäre, der das im Reservoir geborgene Wasser zum Empor- und Hervorfließen zwingen könnte. Also müßte sich dasselbe **in** und **über** dem Niveau der Quellenmündung, also innerhalb der „flachgewölbten" Kuppe des Berges befinden. In diesem Falle aber wäre eine nothwendig mit der Mündung des Hexenbrunnens communicirende flache Höhle in geringer Tiefe unter dem die Kuppeloberfläche bildenden Granitsande unerläßlich, die aber wieder eine merkwürdig künstliche Einrichtung haben müßte, wenn man begreifen soll, wie das durch das Kuppengewölbe durchsickernde Meteorwasser sich nur überhaupt in der besagten flachen Höhle zu einer Menge von beiläufig 4000 kbm. und darüber ansammeln kann, statt einfach durch das Mundloch der Höhle abzufließen, und ferner,

wie es zugehe, daß von dem mächtigen Vorrathe täglich gerade nur 44,5 kbm. abfließen, während der übrige Vorrath mit wahrhaft providentieller Weisheit für die weitere harte Zeit zurückbleibt, und endlich, wie dies Alles vor sich gehen soll, ohne daß die strenge Winterkälte den ganzen Vorrath der besagten, nur wenige Fuß unter der Oberfläche der Kuppe befindlichen und durch die Mündung des Hexenbrunnens für die atmosphärische Luft zugänglichen flachen Höhle vollständig in Eis verwandle und ohne daß dabei die Wandungen der Höhle nach allen Richtungen gesprengt, die Höhle selbst aber eben durch diese Zerreißung der Wände für fernere neue Ansammlungen von Meteorwasser verdorben werde." Nowak schließt diese lebendige Argumentation mit der Folgerung: Die „moderne Theorie" braucht zur Erklärung des Hexenbrunnens ein Ausgleichreservoir; ein solches kann platterdings nicht vorhanden sein, folglich vermag die moderne Theorie den Hexenbrunnen nicht zu erklären.

Wenn wir versuchen wollen, die moderne Theorie gegen dieses Urtheil zu vertheidigen, müssen wir das Reservoir retten, das Nowak für unmöglich erklärt.

Der Brocken ist eine große Granitblase. Seine flach gewölbte Kuppe zeigt uns an, daß bei der ersten Erhebung des glühend heißen Teiges diese Blase nicht geplatzt, sondern zusammenhängend geblieben ist. Jahrtausende lang wird die Wölbung dieser Erhebung eine stetige dichte Masse gewesen sein. Andre Jahrtausende haben es schließlich vermocht, durch die unausgesetzte Wirksamkeit von Nässe, Frost und Thauen, Sonnenbrand und Sturm, Vogeldünger und Pflanzensamen, kurz, durch alle Kräfte der Verwitterung die oberste Rinde der Bergkuppe in große und kleine Blöcke zu zerspalten und mit einer Pflanzendecke zu bekleiden. Irgendwo unter der jetzigen sichtbaren Oberfläche — und aus der Lage des Hexenbrunnens folgern wir: ungefähr 6 m. unter dem höchsten Punkte des Brockens — ist der Granit noch dicht; es steht der Annahme nichts entgegen, daß diese noch dichte Granitfläche hier zufällig fast eben sich gestaltet hat. Die Bergkuppe darüber hat infolge der Verwitterung den Charakter einer Steinschüttung; je näher der Atmosphäre, desto weiter vorgeschritten die Verwitterung, desto mehr zerkleint die ursprünglich dichte Masse; bis zur Form des Granitsandes herunter. Lange Zeit mag durch diese lockere Aufschüttung das Meteorwasser bis auf die feste Granitlage gesickert und an der

Grenzlinie beider Formationen rings um die Bergkuppe in zahllosen kleinen Wasserfäden und Strähnen niedergerieselt sein; eine wahre Quelle mag damals nicht existirt haben. Dieser feuchte Gürtel bot der Vegetation die verhältnißmäßig günstigsten Bedingungen, wie er andererseits die bis zur Sandform fortschreitende Verwitterung begünstigte. So bildete sich in dieser ursprünglichen kreisförmigen Traufkante des Berges aus Sand und Verwurzelung ein Filzring und die frühere Ablaufperipherie wurde zu einer wasserdichten Wulste, der die frühere Ablauffläche zu einem flachen Becken umgestaltete. Wir brauchen gar keine „Höhle", die an dieser Stelle freilich schwer zu construiren wäre; aber durchaus nicht gezwungen erscheint es, ein in der beschriebenen Weise im Laufe der Zeit entstandenes natürliches „Filterbassin" anzunehmen. Zuerst mag das Wasser noch an vielen Stellen durch die Filzwulst gedrungen sein; allmälig haben sich alle bis auf eine verstopft und diese eine übriggebliebene ist der — so lange Menschen den Brocken kennen — wasserspendende Hexenbrunnen. Die Bergkuppe oberhalb der Horizontale der Quelle — wie angegeben wird, etwa 6 m. hoch bei 160 m. Halbmesser oder 80 000 □ m. Areal der Basis — kann als Kugelabschnitt angesehen werden. Der Kugelradius würde $= R = \frac{160^2 + 6^2}{2 \times 6} = 2136^{m.}$ und der Inhalt des Kugelabschnitts $= V = \pi \times 6^2 \left(2136 - \frac{6}{3}\right) = 241\,142^{kbm.}$ betragen. Nehmen wir das Eindringen des Frostes — sehr tief — gleich 2 m. an (und dies ist um so generöser gerechnet, als die über Winter gewiß stets vorhandene, ansehnliche Schneelage eine frostabhaltende Decke bildet), so bleibt ein dem berechneten ähnlicher Abschnitt der Kugel von 2 m. kürzerem Radius, also von $R_{11} = 2134^{m.}$, dessen Höhe nur 4 m. und dessen Volumen daher $= \pi \times 4^2 \left(2134 - \frac{4}{3}\right) = 107\,273^{kbm.}$ beträgt — frostfrei. In den Zwischenräumen zwischen den Steinbrocken werden hier doch wohl die 4000 kbm. Wasser Platz haben, die Nowak für das von ihm verspottete Vorrathsreservoir in Anspruch nimmt! Daß ein solches Quantum sich ansammeln kann, ohne, wie Nowak meint, „einfach durch das Mundloch der Höhle abzufließen", dafür sorgt die Enge des Mundlochs. Die theoretische Ausflußmenge (die Verluste durch Reibungswiderstände unberücksichtigt) ist be-

kanntlich = $Q^{kbm.} = 4{,}429\ F\sqrt{h}$, wenn F den Querschnitt der Ausflußöffnung und h die Druckhöhe — Alles im Metermaß — bezeichnet.

Da das Fassungsvermögen unseres Reservoirs hauptsächlich auf seiner großen Grundfläche beruht, seine Höhe aber eine verhältnißmäßig sehr geringe ist, da überdies die Ausflußmengen sich wie die Quadratwurzeln der Druckhöhen verhalten, so ist wohl einleuchtend, daß trotz wechselnden Reservoirinhaltes die Ausflußmengen sich nicht erheblich zu ändern brauchen. Daß sie ganz gleichmäßig, Tag für Tag, 44,5$^{kbm.}$ sein sollten, hat übrigens Niemand behauptet, und so genau ist der Hexenbrunnen auch wohl kaum beobachtet worden; die wenigen Menschen, die ihn täglich sehen und brauchen, begnügen sich damit, daß er immer rinnt; über seine Ergiebigkeit ist wohl nur dann und wann einmal eine Messung gemacht worden. Ob die Quelle nicht mitunter einfriert, wissen wir nicht; wenn es nicht geschieht, so darf uns das ebensowenig wundern, wie bei tausend anderen Quellen, die im Winter rinnen, weil ihre Ausflußgeschwindigkeit groß genug ist, um dem Erstarren zu widerstehen.

Wir haben für dieses eine interessante Phänomen des Hexenbrunnens am Brocken eine eingehende Widerlegung oder Abweisung des Nowak'schen Ausfalls auf die moderne Quellentheorie versucht, können aber unmöglich in gleicher Ausführlichkeit auf die weiteren Angriffe antworten.

Wir bemerken nur, daß an einer sehr ähnlich situirten Hochquelle, der des Ochsenkopfes im Fichtelgebirge, Nowak eine ähnliche Polemik übt und daß sich ihm ebenso analog wie beim Hexenbrunnen würde antworten lassen.

15.

Nowak zieht weiterhin eine verwandte Erscheinung die der Hochmoore im Gebirge als Quellspender und Flußursprünge in Betracht; insbesondere die Elb- und Iserquellen im Riesen- und Isergebirge und die Moldauquellen im Böhmerwalde. „Wenn man (citirt Nowak aus Hosers: Das Riesengebirge und seine Bewohner; Prag 1841) bei anhaltender Trockenheit über die dem Anscheine nach ganz dürre, mit allerlei Moosen, Rennthierflechten und Binsen überwachsene Oberfläche wie auf einem elastischen Bette

hinwandelt, hört man unter jedem Fußtritte deutlich das Schweppern der darunter verborgenen Nässe, und das hervordringende Wasser erinnert den Wanderer oft noch zu rechter Zeit, die Gefahren des trüglichen Sumpfes zu vermeiden." „In den Niederungen der beiden höchsten Bergflächen, der weißen Wiese und der Elbwiese, erhalten sich selbst bei dauernder Trockenheit eine Menge weit ausgedehnter Sümpfe, in deren Mitte sich wieder mehrere offene Wasserbassins von verschiedener, zuweilen ansehnlicher Größe befinden, die man hier im Gebirge Dümpfel, Teiche oder Brunnen nennt. Diese letztere Benennung ist ihrer Bestimmung vollkommen angemessen, denn sie unterscheiden sich von gemeinen Teichen des Landes wesentlich darin, daß sie ein höchst klares, reines und äußerst kaltes, wirkliches Quellwasser enthalten und weder Fische noch Amphibien beherbergen. Diese Wasserbehältnisse auf zwei weit ausgedehnten Bergflächen der höchsten Sudetenkette sind die eigentlichen Quellen der Elbe."

Die gesperrt gedruckte Schilderung der Beschaffenheit des Wassers jener „Brunnen" in den Gebirgs-Mooren giebt Nowak die Handhabe zu einem, dem ersten Anscheine nach schwer wiegenden, Angriffe auf die „moderne" Theorie. Moorwasser, von den braunen Säuren der Moorpflanzen braun gefärbt und übelschmeckend, und Regen- und Schneeschmelzwasser weich, lau und schaal — solches Wasser wüßte doch die moderne Quellentheorie hier nur beizuschaffen, und doch ist es „wirkliches Quellwasser"!

Betrachten wir die Oertlichkeit etwas näher. Das Riesengebirge ist Granit wie der Brocken; der ursprüngliche plutonische Auftrieb des Granitteiges war hier nur kräftiger wie im Harz. Es sind Rücken, Hochflächen, Kuppen entstanden (die Schneekoppe eine ungleich steilere, kegelförmige im Vergleich zur flachen Wölbung des Brockens); auch Mulden und flache Kessel. In letzteren sammelte sich in der Urzeit Regen- und Schneeschmelzwasser; es entstanden Tümpel und naturgemäß aus ihnen Sumpf und Moor. Auch hier waltete die Verwitterung Jahrtausende lang und schuf jene großen und kleinen Granitbrocken, aus denen jetzt alle hervorragenden Kuppen (ihrer freien Lage wegen den Angriffen der Verwitterung ungleich mehr ausgesetzt als der massige flache Rücken) zusammengewürfelt scheinen. In dieser Trümmerschicht können, ja müssen zahllose Reservoirs und Filterbassins, wie wir sie oben, für den Brocken glaublich gemacht zu haben hoffen, entstanden sein

und wie dort der eine Hexenbrunnen, können und werden hier zahllose Quellen in den Moorbecken ausgehen. Die Hauptwasserfüllung dieser Becken ist stagnirend und begünstigt da durch die entsprechende Vegetation; wo Quellen der bezeichneten Art (unter Wasser) eintreten, da entsteht Bewegung, das in seinem unterirdischen Laufe abgekühlte und filtrirte Wasser verdrängt das stagnirende und hindert die Pflanzenentwickelung. Das Terrain der Elb- und weißen Wiese liegt fast 300 m. tiefer als die höchsten Erhebungen des Gebirges vom Reifträger bis zur Schneekoppe. Da fehlt es jedenfalls nicht an hydrostatischem Druck; wir dürfen hier sogar — wovon wir beim Brocken absehen mußten — an communicirende Röhren und springende Quellen auf dem Grunde der Moorteiche denken; der stärkere Druck solcher Quellen würde die Vegetationslosigkeit und die Quellfrische des Wassers an solchen offnen Stellen um so leichter begreiflich machen.

16.

Gleichfalls eine granitische Erhebung, nur noch höher und steiler aufgerichtet (bis zu 2600 m. Meereshöhe) sind die Bergmassen der sinaitischen Halbinsel. Nowak citirt aus dem Bericht eines Reisenden (Charles Didier) ein schauerliches Bild jener kahlen Felseinöde: „röthliche, schroffe, kahle Granitmassen, die noch ganz eben so sind, wie sie aus den Eingeweiden der Erde herausgekommen; niemals ist eine Pflanze dort gewachsen und es könnte keine dort jemals bestehen." Dazu wird angeführt, daß es in jenen Gegenden oft zwei bis drei Jahre gar nicht und selbst dann nicht anhaltend regnet. Gleichwohl giebt es hier etliche Quellen. Einige, in ziemlicher Nachbarschaft untereinander haben seiner Zeit ohne Zweifel den Ausschlag für die Wahl der Lage des berühmten Sinai-Karthäuser-Klosters gegeben; einige andere liegen vereinzelt.

In diesem sinaitischen Quellen-Phänomen findet Nowak ein unwiderstehliches Argument gegen die moderne Theorie. Seiner Meinung nach lassen alle unsere Requisite uns hier im Stich: keine kräftigen Niederschläge von Hydrometeoren, keine reiche Vegetation, feuchte Wälder, üppige Torfmoore; nichts von Gletschern und ewigem Schnee, auch keine Möglichkeit, von noch höheren Gebirgen auf „diese isolirten Bergriesen" durch unterirdische com-

municirende Röhren und hydrostatischen Ueberdruck Wasser zu schaffen.

Gegen diese Vorhaltungen, die wohl Manchen stutzig machen können, läßt sich aber immerhin noch antworten. Zunächst haben wir von den meteorologischen Verhältnissen der in Rede stehenden Oertlichkeit keine spezielle Kenntniß. Es wird gesagt, daß es dort oft zwei bis drei Jahre nicht regnet. Sollte es aber auch die Niederschlagsform oder das Hydrometeor des Thaus nicht geben?*) Der in die Meteorologie aufgenommene Ausdruck „Regenmenge“ ist unglücklich gewählt, weil man dabei nur an die eine — allerdings augenfälligste — Form der Abgabe des atmosphärischen Wassergehalts an die Erdoberfläche erinnert wird. Wie viel beträgt aber die Gesammtabgabe auf der Sinaihalbinsel? Wir wissen es nicht, und Nowak weiß es auch nicht. Wir dürfen es also — bis das Gegentheil erwiesen ist — glaublich finden, daß dieselbe doch ausreicht, um die Quellen zu speisen. Daß die „Bergriesen“ Sinai und Horeb keine Pflanzendecke haben, erklärt ihre Steilheit und der seltene Regen. Dieser Umstand hindert nicht, daß die Granitmassen wie überall Klüfte und Spalten haben. Wenn keine Vegetation vorhanden ist, die Feuchtigkeit anzieht, festhält, verzehrt und wieder verdunsten läßt — um so besser für unsren Zweck; um so weniger wird von der spärlichen Zufuhr an atmosphärischem Wassergehalt absorbirt, und das Wenige kann unaufgehalten in die Spalten und Klüfte gelangen, wo es, der äußern Sonneneinwirkung entzogen, wie an kühlen Kellermauern sich verdichtet und, der Schwere folgend, tiefer und tiefer sich senkt. Die namhaft gemachten Quellen kommen alle in „Thälern“, „Schluchten“, „an der Basis der Berge“ zum Vorschein! Diese Thatsache paßt trefflich zu unsrer Vorstellung, daß auch in diesem scheinbar sehr schwierigen Falle die „Sickertheorie“, die Theorie der „Quellenspeisung aus der Atmosphäre“ sich noch nicht für besiegt zu erklären brauche.

Wir erinnern hierbei: diese Theorie sagt (Cornelius, Meteorologie, Halle 1863): „das Wasser welches aus der Erde quellenförmig hervortritt, stammt größtentheils aus der Atmosphäre.“ Größtentheils! Es wird nicht behauptet „ausnahmslos!“ Er-

*) Wir erinnern an die in Absatz 3 angeführte Wahrnehmung, die Halley auf St. Helena gemacht hat.

scheinungen wie die der isländischen Geiser, der neuseeländischen Rotomahana, und zahlreiche ähnliche sind wir — wie in späteren Abschnitten näher erörtert werden wird — durchaus nicht Willens, für unsern „oberen Kreislauf" in Anspruch zu nehmen, sondern rangiren sie sofort unter die vulkanischen Erscheinungen.

Im Innern der Erde giebt es ja gewiß Wasser und Dampf. Wir wollen auch nicht bestreiten, daß es „natürliche Dampfapparate" geben könne, wo der Dampf als Motor Wasser fördert, also natürliche „Druckleitungen"; wo wir aber am Fuße von Höhen einer fort und fort ruhig rinnenden, kühlen Quelle begegnen, da scheint es uns doch viel einfacher, statt des nothwendig complicirten Apparates einer „Druckleitung" eine so viel einfachere „Gravitationsleitung" anzunehmen. Die Gravitation wirkt sanft, stetig, aber unwiderstehlich. Die gegensätzlichen Tendenzen von Gravitation und Reibung schließen in jedem gegebenen Falle so zu sagen ein Compromiß, dessen Resultat ein Beharrungszustand ruhigen gleichmäßigen Fließens ist; der Dampf dagegen in seinem vehementen Wesen, seinen Schwankungen zwischen Expansion und Condensation, äußert statt ruhigen Drucks zuckende Impulse, und es bedarf künstlicher Einschaltungen von Regulatoren, Steuerungen, Windkesseln, Ventilen u. s. w., bis die durch Dampf angeregte Wasserbewegung einer Druckleitung zu der Gleichmäßigkeit einer Gravitationsleitung gebracht wird.

Diese so zu sagen technische Erwägung veranlaßt uns vorzugsweise, die angefochtene moderne Theorie gegen Nowaks neue zu vertheidigen.

17.

Eine eingehende Erörterung widmet Nowak weiterhin „den mit Gletschern zusammenhängenden Quellen und Bächen." Aus dieser Betrachtung scheiden wir zunächst alle die Quellen aus, die nur in der Nachbarschaft von Gletschern hervortreten; diese gehören in die Kategorie der Gebirgsquellen überhaupt. Ferner nicht hierher gehörig dünken uns die anerkannten Gletscherabflüsse, die ihren Ursprung (Schmelzung des Gletschereises) einmal durch die Qualität des Wassers und dann durch ihre von der Jahreszeit abhängige Periodicität unzweifelhaft documentiren.

Das besondere Phänomen, welches zu besprechen bleibt, bilden

nur diejenigen wirklich am unteren Ende eines Gletschers zu Tage tretenden Gewässer, die im Sommer eine milchartige, zur Zeit starker Regengüsse selbst eine lehmige, immer aber eine trübe Beschaffenheit zeigen; während im strengen Winter das Wasser ein durchaus reines, helles, echtem Quellwasser gleiches ist.

Dieses Phänomen ist längst erklärt.

Die Gletscher liegen vorzugsweise in mehr oder weniger steil profilirten, mehr oder weniger abfälligen Mulden. Das Gletschereis ist keine starre und doch auch keine flüssige Masse; sie mit zähem Leime vergleichend, hat man ihre allgemeine Textur mit dem Beiwort „glutinos" charakterisirt. Sie gleiten langsam thalab, sind meist bereits tief unter der Schneelinie, erhalten sich im Ganzen der Sommersonne gegenüber nur durch ihre große Masse, thauen aber den Sommer über auf ihrer Oberfläche und in ihren zahlreichen veränderlichen, bald in geringerer, bald in größerer Tiefe auskeilenden, bisweilen aber bis auf den Thalgrund durchreichenden Spalten; endlich an ihrer Unterfläche durch die Erdwärme. Der sommerliche Schmelzproceß liefert das eigentliche, milchigtrübe, manchmal lehmige Gletscherwasser. Das vom Gletscher ausgefüllte Thal kann nun aber auch, wie jedes andere Thal seine gewöhnlichen Quellen haben. Diese sind kühl, hell, rein. Im Sommer, unter dem Gletscher mit Schmelzwasser sich mischend und gemischt zu Tage tretend, können die besondern Quellen ihre eigne Wasserqualität nicht documentiren; im Winter, wenn der Schmelzproceß eingestellt ist, fehlt die trübende Mischung, und der scheinbare Gletscherabfluß, der aber in der That kein solcher, sondern das unter dem Gletscher zu Tage tretende eigentliche Quellwasser ist, zeigt auch nur dessen Qualität. Diese eigentlichen Quellen, die vom Gletscher nicht herrühren, die auch fließen würden, wenn der Gletscher im Thale verschwände — sind eben Gebirgsquellen, zu deren Erklärung aus der modernen Theorie der atmosphärischen Abstammung wir nur die schon oben gebrachten Nachweise (Absatz 14 bis 16) wiederholen müßten. Auch Nowaks Angriffe sind mit neuen Worten und neuen Citaten im Wesentlichen die alten: Wie der Hexenbrunnen am Brocken seiner Meinung nach durch hydrostatischen Druck unmöglich den Winter über laufend erhalten werden könnte, sondern dazu durchaus Dampfdruck aus dem tellurischen Hohlraume herauf wirken muß,

so würden auch alle präsumtiven Quellen unter dem Gletscher im Winter einfrieren müssen, wenn sie nach der modernen Theorie statt nach der seinigen zu Tage befördert werden sollten.

18.

Unsre bisherige Erklärungsweise der Quellen kann offenbar nur so lange Anspruch auf Glaubwürdigkeit machen wollen, als es sich um Fälle handelt, wo sich in der Nachbarschaft, über dem Niveau des Quellenmundlochs Auffangeflächen für den atmosphärischen Niederschlag nachweisen lassen. Das Problem bekommt ein neues Aussehen, sobald wir Quellen in Betracht ziehen, die in der Region des ewigen Eises liegen.

Unter den Beispielen, an denen Nowak dieses Phänomen erörtert, spielt Grönland die Hauptrolle. Wir schließen aber zunächst als nicht hierher gehörig die wirklich warmen Quellen aus, wie z. B. die von + 27,5 ° R. bis + 31,5 ° R. auf der südwestgrönländischen Insel Unariok. Diese rechnen wir zu den Phänomenen, die in viel auffallenderer Form das nachbarliche Island in seinen Geisern darbietet, die wir durch Vulkanismus erklären, und auf die unsre „Theorie des oberen Kreislaufs" keinen Anspruch macht. Das offne Zutagetreten der vulkanischen Thätigkeit auf Island würde es überhaupt wohl plausibel machen können, wenn man behaupten wollte, daß auch unter dem mit ewiger Eiskruste überkleideten Granitgerippe Grönlands das heiße Blut des Erdinnern pulsiren möge und hier ein Wasserader-Geflecht im Fluß halte, dessen Austritt in Quellenform in eine freie Atmosphäre von — 30 ° R., wie ihn Kapitän Kane unter 79° nördlicher Breite konstatirt hat — dann sein Ueberraschendes verloren hätte. Dies hieße aber, der eigentlichen Frage ausweichen; es wäre eine Incompetenz-Erklärung, ein Waffenstrecken unsrer Theorie.

Einige ihrer Vertreter haben es Nowak durch oberflächliche, unbestimmte Bemerkungen nahe gelegt, sich über sie lustig zu machen. Eine befriedigende Erklärung (der grönländischen Quellen) sagt er, würde man in den Schriften der bisherigen Geologen, Meteorologen und Physiker vergeblich suchen. „Oder sollte Ihnen wohl damit gedient sein, daß jener Referent der Augsburger Allgemeinen Zeitung (Beilage zu Nr. 140 des Jahrganges 1857), welcher über Elisha Kane's jenseits des Polarkreises trotz einer

Temperatur von — 30° R. beharrlich fließende Quellen berichtet, diese mit der nichtssagenden Hinweisung auf die „schlechte Wärmeleitung des Schnees und Eises“ abfertigt? und daß ganz in gleicher Weise schon lange vor ihm auch Hofrath Munke*) gemeint hat, die grönländischen Quellen könnten dadurch erklärt werden, daß man annimmt, „die Temperatur des Bodens sei dort etwas höher, was bekanntlich an verschiedenen Orten stattfindet?“

„Meine Herren! Es ist die Manier, unbequeme Erscheinungen zu Gunsten einer eben herrschenden Ansicht damit zu beseitigen, daß man sagt, die scheinbare Abnormität rühre von lokalen, wenn auch nicht nachweisbaren, so doch möglichen Umständen her — eine in der Wissenschaft sehr häufig vorkommende; mir sind selbst nur bei meinen hydrologisch-meteorologischen Studien Dutzende solcher Abfertigungen aufgestoßen. Daß jedoch die grönländischen Quellen sich durch diese sogenannten „lokalen“ Verhältnisse doch nicht recht deuten lassen, wird Ihnen, wie ich hoffe, aus nachfolgenden Mittheilungen klar werden, welche ich einer Abhandlung des Grönland-Forschers H. Rink entlehnte: Ueber den Abfluß des Wassers aus dem Innern Grönlands durch Quellen unter dem Eise.“

Nach diesen Untersuchungen sind die 15 großen Fjorde die sich in der stark ausgezackten Westküste Grönlands von 60° nördl. Breite an nordwärts markiren, die weiten Mündungen eben so vieler aus dem Innenlande kommender Ströme, die auch zur strengsten Winterzeit nicht versiegen, nur aber durch die ungeheuren über ihre Mündung hinausragenden Eismassen fast ganz verborgen sind. Diese Eismassen werden auf 300 bis 500 m. Mächtigkeit geschätzt. Sie haben Gletschernatur; während sie an ihrer Wurzel unter der fast ununterbrochenen arktischen Minus-Temperatur sich fortgesetzt erneuern, schieben sie mit dem Kopfende schließlich über den Küstenrand hinaus, brechen ab und bilden jene schwimmenden Eisberge, denen der Schiffer noch in niederen Breitengraden im atlantischen Ocean bisweilen begegnet. Das

*) Der Bearbeiter des Artikels „Quellen“ in Gehlers physikalischem Wörterbuch; der citirte Ausspruch: 7. Band, Leipzig 1834 S. 1080. Der Satz lautet vollständig: „Giebt es also Quellen jenseits derjenigen Grenze, wo die mittlere Temperatur = Null ist, so scheint mir dieses nur dann möglich zu sein, wenn die Bodentemperatur dort etwas höher ist, was . . .“ u. s. w. wie oben im Text.

fließende Wasser auf den Thalsohlen erleichtert begreiflicherweise die Gletscherbewegung.

„Natürlich", sagt Nowak „können nach der bisherigen Theorie auch die fünfzehn mächtigen Ströme Grönlands nur aus „durchsickernden Hydrometeoren", aus der „Schmelzung des Gletschereises durch die Bodenwärme" erklärt werden." Er sucht demnächst diese Erklärung „als eine ganz unzulässige, widersinnige" nachzuweisen. Wir geben ihm zu, daß in der Polarregion äußerst selten Regen fällt und Schnee schmilzt; wir statuiren auch unter der mächtigen Eiskruste tief hinab gefrorenen Boden; wir verzichten demzufolge gänzlich auf das Durchsickern von der an die freie Atmosphäre grenzenden Erd- oder vielmehr Eis-Oberfläche ab nach unten.

Unsere Theorie, unsere Vorstellung von der „Gravitationsleitung" geben wir aber doch nicht auf. Unsere Rechtfertigung ist folgende:

Die starre Erdkruste — bestehe sie aus Granit oder ewigem Eise — ist vielfach und vielgestaltig von Hohlräumen durchsetzt. In alle Hohlräume tritt atmosphärische Luft. Alle Luft ist wasserhaltig. In der arktischen Region mag der Boden — genauer ausgedrückt: das in der die Boden-Poren erfüllenden Luft enthaltene Wasser — tief hinab unter die Erdoberfläche gefroren sein. Diese Wirkung der Temperatur der freien Atmosphäre muß aber endlich irgendwo — und sei es 100 oder 200 m. tief — durch die Gegenwirkung der Innentemperatur der Erde ihre Grenze finden. Diese Region wird sich nothwendig — so zu sagen antipodisch verhalten zur Erdoberfläche in milderem Klima: wie hier nach oben in die wärmere Atmosphäre Eis und gefrorner Boden „verdunstet" und „aufthaut", so wird dort dieser Proceß nach unten, nach dem wärmeren Erdinnern zu stattfinden; aus dem frostgebundnen Zustande wird unterhalb jener Grenzfläche der Wassergehalt der Luft nach unten hin in die Dunstform übergehn, und bei wasserdampfgesättigter Luft dasselbe Phänomen sich ergeben, das wir oberirdisch „Nebel", „Thau", „Beschlagen" nennen. Der Wasserbeschlag der Gesteinswände rinnt dann zu Tropfen zusammen.

An diesem Punkte münden wir wieder in den bekannten Weg des oberen Kreislaufs; wir haben in die bekannte Kette nur ein neues Glied von der Dicke des Frostgürtels der Polarregion ein-

zuschalten gehabt, vielleicht auch nur den Punkt, wo aus Eiskrystallen Wasser wird aus der Wolkenregion in das Erdinnere verlegt; auf die „Bodenwärme" im gewöhnlichen Sinne, auf direkt „durchsickernde Hydrometeore" konnten wir verzichten.

19.

Eine besondere Kategorie von Einwänden gegen die moderne Theorie gründet Nowak auf den Mangel eines logischen Zusammenhanges zwischen Regenmenge und Quellergiebigkeit eines Landstrichs.

Mariottes Beweisführung für seine Hypothese der atmosphärischen Herkunft der Quellen — so deducirt Nowak — war sinnreich, aber sie beweist nichts. Zunächst hatte sich Mariotte stark verrechnet, was bei der großen Unvollkommenheit seines Beobachtungsmaterials ja sehr entschuldbar ist; Arago, dem so viel reichere und zuverlässigere Erfahrungen zur Seite standen, korrigirte das von Mariotte ungefähr = 1:7 gefundene Verhältniß der Seine-Abfluß- zur Seinegebiet-Regenmenge auf 1:3. Wenn nun aber auch dann noch glaublich ist, daß die Regenmenge seines Gebietes den Fluß speisen könne, so ist damit noch nicht bewiesen, daß diese Speisung und nur diese stattfinde. Die Mariottesche Schlußfolgerung würde zwingender sein, wenn an anderen Flußsystemen entsprechende Wahrnehmungen gemacht wären, wenn sich — bei ungefähr gleichartigem Relief und verwandten geognostischen Formationen der verglichenen Gebiete — annähernd derselbe Procentsatz der Regenmenge als Abflußquantum ergäbe. Das trifft aber — meint Nowak — durchaus nicht zu. Wenn nach Arago die Abfuhrmenge der Seine gleich dem Drittel der Regenmenge ihres Gebietes ist, so hat Berghaus berechnet, daß der Rhein drei Viertel der hydrometeorischen Einnahme seines Gebietes abführt. Ein Professor in Salzburg will sogar ermittelt haben, daß die Flüsse des Salzburgischen mehr abführen als die Regenmenge ihres Wurzelsystems beträgt. Dasselbe Ergebniß rechnet Nowak für das durch seine Ursprungsart renommirte Flüßchen Pader bei Paderborn heraus (S. 31 seiner Schrift).

Diese in den letzten beiden Fällen gegebene Thatsache wäre freilich ein schwer wiegender Einwand — wenn sie bewiesen wäre!

Unsere Regenhöhen-Ermittelungen sind dazu aber noch zu unsicher.

Zugegeben, daß den eigentlichen Regen unsere Ombro-, Udo-, Hyito-, Pluviometer genau genug registriren — (wenigstens für den Pariser Quadratfuß Auffangefläche, den sie selbst zu haben pflegen); bei Schnee und Hagel, die erst aufgefangen, dann geschmolzen, dann gemessen werden müssen, die der Wind treibt und hier dichter dort locker, hier in größeren dort in kleinen Körnern niederfallen läßt — erscheint der Schluß von einem Quadratfuß auf viele Quadratmeilen schon bedenklicher; Nebel und Thau werden gar nicht gemessen; auch mag in den Zwischenzeiten der Messungen immerhin ein gewisser Verlust durch Verdunstung entstehen! Wenn aber dies Alles auch nicht für bedenklich erachtet würde, so hätte man schließlich doch nur die Regenmenge des oberirdischen Flußgebietes bestimmt. Dieses muß aber durchaus nicht der Größe nach identisch mit dem unterirdischen Quellen-Gebiete sein; namentlich können bei den springenden Quellen, weit hergeleiteten natürlichen communicirenden Röhren, Mundloch und Speisungsgebiet sehr wohl in verschiedenen oberirdischen Flußgebieten gedacht werden.

Nach Allem scheint das Urtheil wohl gerechtfertigt, daß bei dem dermaligen Stande der Hydro-Meteorologie und der Geognosie das Ziehen einer Bilanz zwischen atmosphärischer Einnahme und Quellen-Ergiebigkeit ein noch sehr unzuverlässiges Unternehmen und die aus dem scheinbaren Resultate abgeleitete Verurtheilung der gangbaren Quellentheorie ohne überzeugende Kraft ist.

20.

Der gleichen Verdächtigung (daß die Regenmenge unzulänglich sei zur Speisung vieler besonders reichhaltiger Quellen) begegnen wir im Verlaufe der Nowak'schen Polemik bei der Betrachtung der Thermen. Seine Zuhörer, meint er, werden finden, daß die außerordentliche Menge des ohne Unterlaß aus der Tiefe hervorbrechenden Wassers in keinem Verhältnisse stehe zu den im Bereiche jener Orte fallenden, oft wochenlang ausbleibenden Niederschlägen (pag. 74).

Zunächst darf die anscheinend unschuldige, beiläufige Charak-

teristik „oft wochenlang ausbleibenden" nicht unbeanstandet bleiben. Es gehört zum A B C der Kunst, Wasserleitungen anzulegen, daß da, wo stetige, gleichmäßige Entnahme trotz ungleichmäßiger Speisung verlangt wird, man ein Sammel- und Ausgleichs-Reservoir einschaltet, wie das seit den ältesten Kulturzeiten bei jeder Wassermühle geschehen ist, deren Betriebswasser ein Bach mit wechselnden, bisweilen auf Null reducirten Abflußmengen liefert. Solche natürlichen Ausgleich-Reservoirs im Innern der Erde anzunehmen hat durchaus nichts Gezwungenes. Die Natur soll sie nicht mit bewußter Absicht gebildet haben, um eine stetig fließende Quelle zu gewinnen — umgekehrt: wo wir eine stetig fließende Quelle finden, während wir ihre präsumtive ursprüngliche Speisung stark intermittirend sehen, da schließen wir logisch auf das Vorhandensein eines natürlichen Ausgleich-Reservoirs. Es sind ja übrigens weitaus nicht alle Quellen stetige; sehr viele lassen einen wechselnden Erguß wahrnehmen, der oft direkt und nachweisbar gleichen Takt hält mit den nährenden atmosphärischen Niederschlägen.

Sehen wir uns demnächst auch ein Zahlenbeispiel für das behauptete Mißverhältniß zwischen Quellenreichthum und atmosphärischem Niederschlage an.

„Die Karlsbader Quellen z. B. liefern binnen 24 Stunden über 30 000 Eimer."

Der österreichische Eimer ist = 56,606 l. Die Karlsbader Quellen liefern danach täglich rund 1700 kbm. und pro Jahr 620 500 kbm. Das Thal der Tepl, in dem Karlsbad liegt, ist an dieser Stelle allerdings eng, erweitert sich aber oberhalb und mißt aufwärts bis zum Ursprunge des Flüßchens 30 km. Wir werden sein Areal gewiß nicht überschätzen, wenn wir es auf nur 10 □km. = 10 Millionen □m. annehmen. Dieses Areal mit 620 500 kbm. Wasser bedeckt gedacht, giebt eine Wasserschicht von nur 6 cm. Höhe! Für das Eger-Gebiet finden wir (in Hausinger von Waldecks Handbuch in Ingenieurwissenschaften) die jährliche Regenhöhe zu 67,03 cm. angegeben; wenn die gleiche Regenmenge auch für Karlsbad angenommen wird, so genügen 9 Procent derselben, um so viel Wasser als Sickerwasser in die Erde zu schaffen, wie die Karlsbader Quellen herausgeben! Die auf den ersten Blick sehr imponirenden täglichen 30 000 Eimer Karlsbader Wasser könnten demnach sehr wohl von den atmosphärischen Niederschlägen des

Tepl-Thales bestritten werden. Daß sie es werden, behaupten wir aber gar nicht; es kann (vergl. den Schluß von Absatz 19) viel weiter hergeleitetes Wasser sein.

Wir rechnen (gleich den Thermen von Teplitz, Gastein etc.) die Karlsbader Quellen mit ihrer hohen Temperatur, ihrem mineralischen Gehalte und ihrem theilweise vehementen Auftreten zu den vulkanischen Erscheinungen. Das Tepl-Thal, eine scharf markirte Einkerbung in das rechtsseitige Hochgestade des breiten Eger-Thales, hat deutlich das Gepräge einer tief hinunter bis zur Siede- oder gar Glüh-Region des Erdinnern klaffenden vulkanischen Spalte, die nur im Laufe der Jahrtausende durch die vom Wasser mitgeführten Gerölle, Geschiebe, kurz Sedimente aller Art bis zur jetzigen Thalsohle aufgefüllt ist.

Daß das Wasser, welches dort unten zu einer weltberühmten heilkräftigen Arznei gekocht und uns in der einen Spalte heiß, in der andern warm, in der dritten abgekühlt herauf gereicht wird ursprünglich Meteorwasser gewesen, erscheint dabei gar nicht unwahrscheinlich. Die geognostische Structur und das Relief der umgebenden Berggebiete lassen natürliche communicirende Röhren mit ungleich langen Schenkeln und drückenden Wassersäulen in beliebiger Auswahl zu.

Nowak wirft uns hier ein (pag. 75): wir hätten die Frage zu beantworten, wie es doch wohl den besagten „drückenden Wassersäulen" gelinge, diesen Wasservorrath in die erforderliche ansehnliche Tiefe, — z. B. beim Sprudel, aus dessen Temperatur von + 59° R geschlossen, auf mindestens 6000 Fuß — hinabzupressen und dann denselben in jener Tiefe entsprechend erhitzten Vorrath durch andre 6000 Fuß wieder in die Höhe zu treiben? Dieser Einwurf ist uns vollkommen unverständlich, wenn — was wir doch voraussetzen müssen — unser Opponent die natürlichen communicirenden Röhren richtig aufgefaßt hat. Mag denn doch der kurze Schenkel, durch den der Sprudel aufsteigt, 6000 Fuß lang sein — der andre Schenkel wäre nicht der lange, wenn er nicht mehr als 6000 Fuß mäße. Gleichgiltig wo dieser lange Schenkel seinen Ursprung hat, ob im Erzgebirge, im Fichtelgebirge, im Böhmerwalde — die Wassersäule seiner untersten 6000 Fuß contrebalancirt die Wassersäule des kurzen Schenkels in Karlsbad, und was ersterer über das Niveau der Sprudelmündung aufsteigt — das giebt den hydrostatischen Ueberdruck. Wenn der Sack oder tiefste Punkt des

Wasserganges nicht 6000, sondern vielleicht 600 Fuß tief unter der Thalsohle von Karlsbad läge, dann — hieße das Flüßchen wahrscheinlich nicht „Tepl" (slavisch: Warmwasser, Warmbrunn), und wir hätten keinen Karlsbader Sprudel, aber einen ordinären springenden Quell könnten wir hier doch haben.

Daß wir bei Thermen gleich den Karlsbader, Teplitzer ꝛc. trotz des Anerkenntnisses der Mitwirkung vulkanischer Thätigkeit doch so viel wie möglich an unsrer Theorie des oberen Kreislaufs, der Meteorwasser-Abstammung, festhalten — dazu bewegt uns die Oertlichkeit, wo solche Quellen auftreten. Immer sind es relativ niedrig gelegne Punkte, immer sind Höhen in der Nähe, die sehr wohl den nöthigen längeren Schenkel beherbergen können. Auch die warmen Schwefelquellen von Heluan bei Cairo (bei Nowak pag. 75) haben solche Nachbarschaft in den 200 bis 300 m. hohen, von wilden Thälern und Schluchten durchfurchten, aus tertiärem Kalk bestehenden und daher begreiflicher Weise (weil Wasser saugenden) vegetationslosen Felsbergen des Thura-Gebirges.

21.

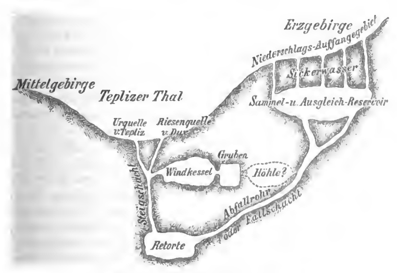
Nowak hatte seine Schrift bereits abgeschlossen, als die Teplitzer Haupt-Therme infolge des Wassereinbruchs in benachbarten Kohlengruben (Döllinger Schacht; 10. und 12. Februar 1879), zu versiegen drohte. Die Sachverständigen schätzten sofort richtig, daß sie nur ihr Niveau gesenkt haben möge, gingen ihr mit einem Schacht nach und fanden sie glücklich bald genug wieder auf; sie muß nur jetzt die letzte Strecke herauf gepumpt werden, die sie zuvor von selbst erstieg. Der Nowakschen Schrift ist auf einem besonderen, nachträglich gedruckten Zettel folgende bezügliche Notiz beigefügt, die wir, ihrer Fassung nach nicht dem Autor, sondern dem Verleger zuschreiben zu sollen glauben:

„Anläßlich der Katastrophe von Dux und Teplitz wurde wiederholt von einigen Zeitungen auf dieses im Druck befindliche Werk aufmerksam gemacht, und dürfte dieses Buch besonders in den Kreisen der Gelehrten, Ingenieure und Bergbeamten ein reges Interesse hervorrufen, da die vom Sanitätsrath Dr. Nowak aufgestellten neuen Quellentheorien gerade in den obigen Ereignissen eine furchtbare Bestätigung gefunden haben. Dasselbe liefert Aufschluß über diese so wie manche, nach den bisherigen Quellentheorien früher und auch in der Zukunft unlösbare Thatsachen."

Diese Kriegserklärung mag, wie schon zugestanden, nicht vom Autor selbst herrühren, sondern Buchhändler-Reclame sein, sie ist aber nun einmal dem Werke beigefügt und wird Manchem in ihrer Zuversichtlichkeit imponiren. Der Teplitzer Fall rechtfertigt daher eine besondere Betrachtung.

Auch die Teplitzer Quellen treten in der Form des hoch temperirten Springquells in relativ tief gelegener Oertlichkeit zu Tage, einer Mulde zwischen dem Erz- und dem böhmischen Mittelgebirge. Wir denken uns hier, anolog wie in Karlsbad in entsprechender Tiefe einen Raum, so zu sagen eine natürliche Retorte, in der die Erhitzung des Wassers erfolgt. Es macht uns keinen Unterschied, ob die echten Vulkanisten das feuerflüssige Erdinnere oder ob Nowak seinen zwar starren aber glühend heißen Erdkern zum Heizen verwenden, oder ob Volger, der den fast entschlafenen Neptunismus wieder zu Ehren zu bringen sucht, die hohe Temperatur aus der enormen Verdichtung, der Reibung in Bewegung befindlicher Schichten, auch wohl chemischen Processen ableitet. Ebenso lassen wir es dahin gestellt, ob die Mineralisirung des Wassers durch Dämpfe oder durch Auslaugung bewirkt wird. Aus dieser Retorte lassen wir die fertig gebraute Thermalquelle durch einen oder durch ein System mehrerer Kanäle nach Teplitz hinaufsteigen. Bis dahin wird ja wohl auch Nowak unsere Vorstellung zulässig finden können. Differenz der Ansichten wird sich aber zeigen, sobald wir nach der Kraft fragen, die das Aufsteigen der Quelle bewirkt, und nach der Herkunft des Speisewassers für die natürliche unterirdische Officin. Nowak bezieht das Wasser aus dem tellurischen Hohlraum, in den es aus dem Meere gelangt, und treibt es durch Dampf in die Höhe. Die Teplitzer Katastrophe läßt sich bei dieser Hypothese ohne Zweifel bequem erklären: die Steigröhre der Therme mag mit einem unterirdischen Wasserreservoir, vielleicht einer bis dahin rings umschlossen gewesenen Höhle in Verbindung stehen, so daß jene an dieser nahe vorbeiführt. In dieser Höhle befand sich anderes, gewöhnliches Wasser und atmospärische Luft. Sie kann sehr wohl so situirt gedacht werden, daß sie wie der Windkessel der Pumpen und Feuerspritzen wirkte. Ergoß sich, durch stärkeren Druck von unten vehementer emporgetrieben, Wasser aus dem vorbeistreichenden Quellen-Steigrohr in die Höhle, so wurde die Luft verdichtet; der elastische Druck der komprimirten Luft drückte dann seinerseits

wieder das Wasser hinaus. In dieser Weise wirkt bekanntlich der Windkessel regulirend, stoßweise Bewegung in stetige umwandelnd. Dieser natürliche Windkessel wurde nun ahnungslos bei dem Kohlengrubenbetriebe lädirt, das Wasser der Höhle wurde angezapft, und das bisherige Gleichgewicht der Kräfte, das sich im Auftrieb des Thermalwasser bis zu Tage ausgesprochen hatte, war gestört. Durch den nunmehr stattfindenden **Seitenabzug** geschwächt, stieg die Quelle nicht mehr so hoch wie früher — gerade so wie bei unseren städtischen Wasserversorgungs-Anstalten, wenn sie Druckleitungen sind, und der Druck für gewöhnlich nur eben ausreicht, um ein gewisses Haus bis zur obersten Etage zu versehen, ein hier befindlicher Hahn vergeblich geöffnet wird und kein Wasser liefert, wenn zufällig gleichzeitig in tieferen Etagen Hähne geöffnet sind.



Schema für die Thermen von Tepliz.

Geben wir hiernach zu, daß die Teplitzer Katastrophe aus der Nowakschen Quellentheorie sich gut erklären läßt, so geben wir **nicht** zu, daß die bisherige Theorie jenes Phänomen **nicht** zu erklären vermöge. Es paßt vielmehr genau dieselbe Erklärung für **beide** Theorien. Wir setzen nur, wie schon mehrfach bemerkt, **hydrostatischen Druck** statt **Dampfdrucks**.

Nach unsrer Meinung führt in die präsumtive natürliche Retorte ein Abfallrohr. Speciell bei Teplitz ist es uns plausibel, daß durch tausende von kleinen abwärts führenden Kanälen durch die Gneis- und Granitmassen und die auf der böhmischen Seite vorgelagerte Braunkohlen-Formation des Erzgebirges das Meteorwasser in ein oder mehrere unterirdische Sammel- und Ausgleichs-Reservoirs fällt. Von da aus mögen wieder viel Wege in noch größere Tiefen führen; einer derselben oder ein System von Kanälen führt bis in die präsumtive Retorte, in der das Teplitzer Wasser gekocht wird. Diesen Fallschacht oder den Steigschacht (wie oben angenommen) denken wir uns an einer ringsgeschlossenen Höhle vorbeistreichend, die ihrerseits wieder den Duxer Kohlengruben nahe liegt. Die Wirkung dieses Raumes als Windkessel, die Folgen eines unabsichtlich erzeugten Lecks, der Druckverlust, ein Sinken des Wasserstandes im kurzen Schenkel — dies Alles bedarf keiner nochmaligen Erklärung.

Das Verschwinden der Teplitzer „Urquelle", des Haupt-Steigrohrs aus der unterirdischen natürlichen Mineralwasser-bereitungs-Anstalt — interessant als hydrologisch-balneologische Frage, aber für die Betheiligten noch ungleich interessanter als finanzielle Frage — regte erklärlicher Weise zahlreiche Korrespondenz-Federn zu Mittheilungen an. Unter Anderem wurde aus dem eine Stunde von Teplitz entfernten Dux der „Elbe-Zeitung" Folgendes geschrieben: „Als eine bemerkenswerthe Thatsache will ich erwähnen, daß das Wasser der in der Nähe des Döllingerwerkes befindlichen „Riesenquelle" (Thermalquelle) seit einem Jahre im Abnehmen begriffen war, daß dieselbe ganz ausblieb, so oft man in dem genannten Werke Wasser pumpte. Oft erzählten die Bergleute dieses Werkes, daß durch die Kohlenflötze heißes Wasser dringe, und dennoch ließ man von Seiten der technischen Leitung der Döllingerwerke diesen Umstand aus dem Auge. Auch in Teplitzer maßgebenden Kreisen schenkte man diesem auffälligen Vorkommen, welches dort wohl bekannt war, keine weitere Aufmerksamkeit, obgleich man genau wußte, daß die Duxer Riesenquelle mit der Teplitzer Urquelle im innigen Kontakt steht. Wenige Tage nach dem gänzlichen Verschwinden der Riesenquelle blieb auch die Teplitzer Quelle aus."

Es ist offenbar gefährlich, in einem derartig von Wasseradern und muthmaßlich größeren Wasserbehältern durchsetzten Terrain

bergmännisch umher zu wühlen; gefährlich für beide Theile, wenn in jenen Adern ein so kostbares Wasser pulsirt, wie das Teplitzer. Aber war den Bergbau-Interessenten zuzumuthen, den Kohlen-Abbau, der ja doch eben das Object des von ihnen vertretenen finanziellen Unternehmens ist, aufzugeben, weil momentan der Wasserzudrang, der ja immer stattfindet, in etwas gesteigertem Maße stattfand? Vor Allem ist zu fragen: Würden die technischen Leiter des Grubenbetriebes ihr Verhalten geändert haben, wenn sie die Nowak'sche Quellentheorie gekannt und sich zu ihr bekannt hätten? Wir antworten zuversichtlich Nein! Die Gefahr lag in dem Wasserreichthum des Kohlenreviers, speciell in der Nachbarschaft der Haupt-Speisungskanäle für die Teplitzer Thermen. Welche Kraft die unterirdischen Wasser in Spannung und Bewegung hält, ist für die Praxis völlig gleichgiltig. Ob hydrostatischer Druck von oben oder Dampfdruck von unten die Wasser gegen die Grubenwände preßte — berechnen ließ sich das Maß der Pressung, vorhersehen der Moment, in welchem ein Durchbruch erfolgen würde — aus der einen Theorie ebenso gut oder so schlecht wie aus der andern.

Einer gleichen Ueberschätzung des Einflusses der angeblich besseren Ansicht „vom Ursprunge der Quellen" begegnen wir in Nowaks Schlußbetrachtungen. „Welche Mühsale und Kämpfe" sagt er pag. 217 „schafft das Wasser nicht dem Bergmann! Gewiß aber läßt sich behaupten, daß an nicht wenigen durch das Wasser herbeigeführten Gruben-Unglücken einzig die bisherige falsche Quellentheorie Schuld gewesen. Diese Theorie vor Augen, fürchtete der Bergmann seinen ärgsten Feind, das Wasser, immer nur von oben oder von der Seite her und konnte die Ueberraschung nicht begreifen, als derselbe plötzlich von unten her in seine Grube brach. . ." Wir unsrerseits begreifen nicht, wie es einen Bekenner der „bisherigen Theorie", der „Theorie der communicirenden Röhren", Wunder nehmen sollte, wenn Wasser von unten in eine Grube dringt. Er wird sich dann sagen: Wir sind hier über einen aufsteigenden Ast, über den kurzen Schenkel einer communicirenden Röhre gerathen! Das Wasser bedrängt ihn und — wiederum gleichgültig ob er das Drängende im hydrostatischen oder im Dampfdruck sucht — er wird sich nur fragen, ob er den Feind mit Pumpen, mit Verdämmen bekämpfen oder ob er ihm ausweichen soll.

22.

Das demnächst zu besprechende Quellen-Phänomen haben wir ausgewählt, einmal als Beispiel von Nowaks Methode, von seinem Eifer, aus beigebrachten Citaten selbst harmlose Ausdrücke in seinem Nutzen zu deuten, und die „moderne Theorie" ad absurdum zu führen; andererseits um zu zeigen, daß die angefochtene Theorie nicht so exclusiv ist, wie der Gegner ihr vorwirft.

Das Beispiel ist aus Humboldts Kosmos (4. Band pag. 41) gezogen. Die Mina de Guadelupe liegt auf fast 4000m. hohem isolirten Berge bei dem peruanischen Städtchen Micuipampa. In dieser Mine fand Humboldt die Luft ungefähr + 14 Grad bei einer Außentemperatur von wenig über 5 Grad. „Die Wasser, welche hier aus der sehr nassen Grube hervorströmen, hatten 11 Grad. Die mittlere jährliche Lufttemperatur ist wahrscheinlich nicht über 7½ Grad." „Nun, meine Herren", sagt Nowak „verweilen wir ein wenig bei den aus der Mina de Guadelupe „hervorströmenden" Grubenwassern." Die Gänsefüßchen weisen auf den mächtigen Accent hin, den der Vortragende auf das Hervorströmen gelegt haben will. Welches Wasserquantum darunter verstanden sein soll, erfahren wir aber nicht. Die Humboldtsche Ausdrucksweise wird demnächst nochmals benutzt, um zu behaupten, daß bei der Regenarmuth jener Gegend ... „wenigstens aus den direkt auf den genannten Berg fallenden Niederschlägen sich jene Menge ununterbrochen durch das ganze Jahr aus der Mina de Guadelupe „hervorströmenden", hiermit sehr reichlichen Wassers nimmermehr erklären läßt."

„Wie kläglich aber erscheint die Hypothese von den „drückenden Wassersäulen" gegenüber den von Humboldt gemeldeten Thatsachen! Zuerst sagt Humboldt, jener Berg sei fast isolirt, erhebe sich kastellartig und malerisch. So fehlt denn wenigstens in der Nähe desselben jener für die „drückenden Wassersäulen" unerläßliche höhere Berg." (Dies liest aus Humboldts knapper Schilderung nur heraus, wer es herauslesen will! Der Berg ist fast isolirt ... also hängt er durch ein mehr oder weniger tief eingefatteltes Joch mit andern zusammen, und da er selbst gegen 4000m. hoch ist, so wird er wohl in ziemlicher Nachbarschaft der Cordilleren-Hauptkette liegen.) „Aber angenommen, man könnte in weiter Ferne auf einen solchen Berg hinweisen, wie viel andre Dinge hat

man da noch hinzuzudichten? Erstlich eine Regenmenge, die überhaupt genüge, um das viele übers Jahr der Mina de Guadelupe entströmende Wasser zu liefern" (es fehlt gänzlich jeder Anhalt, um im fraglichen Falle die Auskömmlichkeit der Regenmenge zur Quellenspeisung zu behaupten oder zu leugnen), „dann, weil ja auch dort regnerische und regenlose Zeiten mit einander abwechseln, für letztere Zeiten die unvermeidlichen Wasseraufsparungs-Reservoire im Gipfel des Berges" (was hier durch den ironischen Ton indirect für widersinnig erklärt wird, glauben wir bei der Besprechung des Hexenbrunnens plausibel gemacht zu haben), „endlich aber, welche merkwürdige Vorrichtungen in jenem die „drückende Wassersäule" beherbergenden Berge einerseits und dem die Mine enthaltenden andererseits, in welchem der kürzere, leider aber doch nicht weniger als 12 000 Fuß hoch emporsteigende Arm der fingirten Communicationsröhre gedacht werden muß?" (12 000 Fuß ist die Seehöhe des Berges! Er ist nur „fast" isolirt; er würde schon in hohem Grade den beschriebenen Eindruck machen, wenn das Verbindungsjoch auch nur 1 000 Fuß tiefer läge als sein Gipfel; zur Annahme eines kurzen Schenkels von 12 000 Fuß — falls wir uns davor zu fürchten brauchten — sind wir keinesfalls genöthigt) .... „Soll also die für die mächtigen Grubenwasser der Mina de Guadelupe erforderliche „drückende Wassersäule" dies Alles" (einschließlich Ueberwindung der Reibungswiderstände) „wirklich zu leisten im Stande sein, dann muß der dieselbe liefernde Berg nicht nur mindestens noch einmal so hoch sein" (also mindestens 24 000 Fuß! Es ist zwar nicht nachgewiesen, daß 12 000 Fuß zur Ueberwindung der Reibungswiderstände erforderlich sein würden, aber da ein mindestens 24 000 Fuß hoher Berg mit einem großen Reservoir in seinem Gipfel weit und breit nicht aufzutreiben sein dürfte, so erscheint die Theorie von der „drückenden Wassersäule" um so mehr „kläglich", wenn ihr imputirt wird, sie bedürfe eines solchen Berges, um die Grubenwasser der Mina de Guadelupe in Fluß zu bringen), „sondern es muß auch die ganze fingirte Communicationsröhre zur Vermeidung eines in den unzähligen Kämpfen des Druckes mit den Widerständen an tausend Stellen möglichen seitlichen Austretens des communicirenden Wassers vollkommen wasserdicht sein und darf nie und nirgend weder durch Verwitterung des Gesteins, noch durch Erosion oder durch chemische Vorgänge, noch selbst durch die in jenem Lande so

häufigen Erderschütterungen den geringsten Schaden nehmen; denn geschähe dies, müßte ja sofort das stark gedrückte Wasser seitlich ausfließen und käme nimmermehr bis in die so hoch gelegene Mina de Guadelupe."

Wir müssen zugestehen — die im letzten Satze ausführlich geschilderten Gefahren drohen der präsumtiven Communicationsröhre. Freilich — wohl kaum minder drohen sie jener Communication, die doch wohl zur Verbindung des „tellurischen Hohlraumes" mit der Mina de Guadelupe nothwendig sein würde! Vielleicht ist es auch nicht eine Röhre, sondern ein Labyrinth von Röhren, und es kommt nicht darauf an, ob hier und da und dann und wann eine und die andere versagt! Auch hören wir ja von Humboldt nur den Bericht eines einmaligen Besuches; wir brauchen nicht nothwendig anzunehmen, daß die Grubenwasser der Mina de Guadelupe fort und fort ununterbrochen und gleichmäßig fortgeströmt sind! In der Mina del Purgatorio, „die in derselben Höhe liegt" fand Humboldt „das Kalkgestein vollkommen trocken."

Schließlich gestehen wir, durch Humboldts knappe Schilderung — bei der ja übrigens auch gar nicht auf das Auftreten des Wassers, sondern auf die merkwürdigen Temperaturverhältnisse der Hauptaccent gelegt ist — kein hinlänglich deutliches Bild von der in Rede stehenden Erscheinung gewonnen zu haben, um ein Urtheil darüber zu wagen, ob die Grubenwasser der Mina de Guadelupe sich aus der Theorie der „drückenden Wassersäule" erklären lassen oder nicht. Wir können das „Ja" nicht beweisen; Nowak aber ebensowenig das „Nein".

Glücklicher Weise bedürfen wir aber der in diesem Falle vielleicht anfechtbaren Theorie zu seiner Erklärung gar nicht; Humboldts Schilderung zeigt uns den Weg zu einer andern Lösung des Räthsels.

Wo Minen sind (Silberbergwerke) mögen leicht auch natürliche Hohlräume sich finden; bei der vulkanischen Natur des Landes sind wenigstens tief hinunter klaffende Spalten sehr wahrscheinlich. Die auffallend hohe Temperatur kann nur aus der Tiefe kommen. Die Luft enthält Wasserdampf; die erwärmte ist entsprechend wasserhaltiger. Die Mina del Purgatorio zeigte 14 Grad Temperaturdifferenz gegen die äußere freie Atmosphäre, hier waren die Kalksteinwände trocken. Sie waren wahrscheinlich schon zu

warm, um zu „beschlagen". In der Mina del Guadelupe betrug die Temperaturdifferenz nur 8 Grad. Hier mochten die Wände noch kühl genug sein, um die Condensation der (zufällig vielleicht hier auch wasserhaltigeren) aus dem Erdinnern aufsteigenden warmen Luft zu bewirken. Wir hätten also hier gar kein eigentliches Quellen-Phänomen vor uns, sondern ein einfach meteorologisches und vulkanisches!

Wir haben diesen Fall absichtlich eingehend behandelt, um daran zu zeigen, wie gefährlich die Lektüre der Nowakschen Schrift für Diejenigen ist, die Belehrung suchen, während doch andererseits diese Lektüre durch das überaus fleißige Zusammentragen einer Fülle von Beispielen in hohem Maße interessant und deshalb allen Jüngern der Hydrologie zu empfehlen ist.

II. Die artesischen Brunnen.

23.

Zu den Quellen-Phänomenen zählt Nowak mit Recht die sogenannten artesischen Brunnen. Die Methode des „Quellen-Erschlusses durch Tiefbohrungen" ist erheblich älter, als die Bekanntschaft des großen Publikums mit ihr und als der Name, unter dem sie sich bei demselben eingeführt hat. Abgesehen von Asien und Nordafrika, wo die Chinesen und die Wüstenstämme das Aufsuchen tiefer Wasserhorizonte schon wer weiß wie lange practiciren, hatte auch Europa — und zwar speciell in Italien im Modenesischen und im Lande Unterösterreich, und in beiden wahrscheinlich mindestens eben so früh wie in der ehemaligen Grafschaft Artois im nördlichen Frankreich — jene Art von Brunnen, denen die französischen Hydrotekten, als sie mit ihnen bekannt wurden, begreiflicher Weise nach ihrem heimischen Vorkommen den dadurch weltläufig gewordenen Namen der „artesischen" gegeben haben.

Die Sache selbst kannte mindestens schon Cassini (der älteste Träger des durch vier Generationen berühmten Gelehrten-Namens, 1625 bis 1712), wie seine Denkschrift im 1. Theile der Memoiren der französischen Akademie beweist, und Ramazzini veröffentlichte bereits 1691 einen (lateinisch geschriebenen) „Physikalisch-hydrostatischen Traktat über das wunderbare Sprudelquellen (scaturigo) der Modenesischen Brunnen". Cassini, bevor er von Ludwig XIV.

für die Pariser Akademie und die neu erbaute Sternwarte gewonnen worden, „Oberintendant der Gewässer des Bolognesischen", also jedenfalls ein stimmfähiger Fachmann — hatte die Ansicht: die in den ebenen Theilen des Modenesischen allerorten in gleicher Weise zu erbohrenden und aus eigner Kraft zu Tage steigenden Gewässer kämen in unterirdischen Kanälen von den benachbarten Appenninen. Er selbst ließ einen Brunnen graben, aus welchem das Wasser frei bis 15 Fuß Höhe über der Erdoberfläche sprang, in Röhren aber zu einer weit beträchtlicheren Höhe stieg.

Trotz Cassini und Ramazzini, und trotzdem daß Cassini, wenn auch Italiener von Geburt, seit 1669 französischer Akademiker war, kam die Methode des Quellenerschlusses durch Tiefbohrung nicht zu allgemeiner praktischer Anerkennung und Anwendung, bis man in den ersten Decennien dieses Jahrhunderts in den zeitgenössischen Gelehrtenkreisen, namentlich der französischen Akademie, an das Vorhandensein solcher Brunnen in der Grafschaft Artois von Neuem erinnert wurde.

Garnier's von der Société d'Encouragement 1821 gekrönte Preisschrift: „De l'art du fontenier-sondeur et des puits Artésiens" ist wohl der Ausgangspunkt und die Ursache der allgemeinen Bekanntschaft mit der so viel älteren Sache und ihres neuen Namens. Da dergleichen Anlagen mit mindestens gleichem, wenn nicht größerem historischen Rechte Oesterreichische, oder Modenesische oder Chinesische Brunnen heißen könnten, so sollte man sie lieber allgemein „Bohrbrunnen" oder „Tiefbohrbrunnen" nennen. Man unterschiede sie dann — richtig technisch-konstruktiv statt unzutreffend historisch — von gegrabenen und gesenkten Kesselbrunnen und auch von jenen Ramm- und Schraube-Saugern, für die der ungeschickte Name „abessinische Brunnen" aufgekommen ist, weil die Zeitungsleser von dieser Manier im abessinischen Feldzuge der Engländer zuerst Kunde bekommen haben.

24.

Für ein wie starkes Argument gegen die bisherige und für seine Theorie Nowak die „artesischen" Brunnen hält, bezeugt seine bezügliche Aeußerung:

„Während die competentesten Verfechter . . . nicht umhin konnten, zu gestehen, daß es oft schwer falle, für die in weiten

Ebenen erbohrten artesischen Brunnen die „drückenden Wassersäulen"*) nachzuweisen, von welchen das betreffende artesische Wasser geliefert und emporgetrieben wird, sagt uns die neue Theorie, daß überall auf unseren Continenten und Inseln in einer bald mehr bald weniger beträchtlichen Tiefe unerschöpfliche Vorräthe von Wasser vorhanden sind, welche in Folge eines mächtigen aus eben jener Tiefe auf selbe wirkenden Druckes sofort durch jede sich ihnen darbietende Porosität nach aufwärts gepreßt werden, und also auch überall, wo der artesische Bohrer tief genug hinabgebracht wird, im betreffenden Bohrloche emporsteigen müssen. Es kann uns also durchaus nicht in Erstaunen setzen, wenn wir hören, daß sogar in Pußten und Steppen, ja selbst schon in gar manchen Bezirken der Sahara artesische Brunnen mit bestem Erfolge erbohrt worden sind. Nirgends auf Erden hat sich nach dieser Theorie der Colonist, der Oekonom, der Industrielle mit dem Bedenken zu ängstigen, ob er an dem betreffenden Punkte überhaupt Wasser finden werde, wohl aber hat er von einem tüchtigen Geologen die Frage beantworten zu lassen, ob auch das sicher vorhandene Wasser mit dem Bohrer zu erreichen sei." Hier drängt sich uns die Frage auf, inwiefern der Geognost durch die neue Theorie besser befähigt sein würde, die erforderliche Bohrtiefe im voraus zu bestimmen? Wir glauben der Nowakschen Theorie zu entsprechen, wenn wir annehmen, daß zufolge der Porosität der Meeresbecken-Wandungen und -Sohlen sich so zu sagen ein „General-Grundwasser" im Niveau der Meeresspiegel durch alle Continente und Inseln zieht, analog wie sich das Special-Grundwasser eines Flusses im Niveau des offenen Wassers durch die ganze Thalsohle — insofern diese aus wasserdurchlässigen Erdarten besteht — ausbreitet. Aber damit die Kontinente und Inseln stehen können, kann doch nicht Alles unter ihnen Hohlraum sein; sie müssen auf Pfeilern und größeren Massen dichten Gesteins ruhen. Es sind auch notorisch Bohrungen nach Wasser unternommen worden, die unzweifelhaft das Meeresniveau untersunken hatten und doch kein Wasser gaben. Woher soll nun der Techniker künftig besser wissen als bisher, ob und wann der Bohrer auf

*) Dieses „schwer fallen" bezieht sich nur auf den Nachweis einer bestimmten Localität, in welcher man den Ausgangspunkt des Ueberdrucks zu suchen habe.

Wasser treffen wird? Er kann doch seinem Clienten nicht zumuthen, bis in den tellurischen Hohlraum zu gehen! oberhalb desselben aber kann er nach wie vor — festes Gestein finden oder Wasser finden. Wasser muß da sein — wird er sagen —; wir werden es auch unbedingt finden, wenn wir nur das Glück haben, darauf zu stoßen!

25.

Nowak fährt fort: „Der Umstand, welcher den Verfechtern der bisherigen Theorie am verdrießlichsten war, indem derselbe die Ableitung der artesischen Wässer aus eingesickertem Meteorwasser ad absurdum führte, der Umstand nämlich, daß artesische Wässer immer erst dann aus der Tiefe emporsteigen, nachdem man eine oder wohl auch mehrere „undurchlässige", d. h. mehr oder weniger „wasserdichte" Gesteinsschichten durchbohrt hat, gestaltet sich uns als ein völlig natürlicher, ja nothwendiger. Wir wissen eben, daß ein unendlicher, nie aufhörender Druck fortwährend Wasser der Tiefe durch alle Porositäten, alle Zerklüftungen der Erdrinde emporpreßt und daß, wenn dieses Wasser bis unter eine mächtige „undurchlässige" Gesteinsschicht emporgedrungen ist und nun durch diese letztere nicht weiter aufwärts zu dringen vermag, es sich unvermeidlich gerade unterhalb besagter „undurchlässiger" Gesteinsschicht zu namhaften Mengen, ja zu förmlichen unterirdischen Seen ansammeln und stauen und doch dabei unter dem a tergo wirkenden gewaltigen Drucke verharren werde. Erst also, wenn der erlösende Bohrer den unterhalb der festen und oft Hunderte von Metern dicken Letten-, Mergel- oder Steinschichte gebannten Wässern einen künstlichen Kanal geschaffen, können diese überhaupt zu Tage gelangen."

Wir protestiren zunächst im Allgemeinen gegen die dialektische Methode, die angegriffene Sache von vornherein als an sich selbst verzweifelnd hinzustellen, wie sie im Eingange des letzten Citats wieder angewendet ist: das Factum von der Lage artesischer Wasser unter undurchlässiger Schicht soll uns „am verdrießlichsten" sein, weil es unsere Theorie „ad absurdum führt". Das wäre freilich nicht blos verdrießlich, sondern vernichtend, wenn die „undurchlässige" Schicht rings um die Erde reichte und als absolut wasserdichte Hülle die Atmosphäre vom Innern der Erde rundum abschlösse. Nur dann wäre es der bisherigen Theorie

unmöglich, das Meteorwasser unter die „Gesteinsschicht" zu schaffen. Aber so könnte ja auch Nowak letztere nicht brauchen; denn wie wir ihrer Porosität benöthigt sind, um Meteorwasser zu artesischem zu machen, so bedarf der gleichen Verfassung Nowak, der ja das Grundwasser über der Gesteinsschicht aus dem tellurischen Hohlraum unter ihr speist! Oder sollte die Porosität der Gesteinsschicht eine so sonderbare sein, daß sie unser Wasser von oben nach unten nicht durchließe, wohl aber das Nowak'sche von unten nach oben?

26.

Bevor die von Nowak so heftig angegriffene Theorie näher nachzuweisen unternimmt, wie die Erde aus der Atmosphäre dasjenige Wasser bezieht, was sie dann als „artesisches", d. h. von unten nach oben, durch „undurchlässige" Schichten hindurch, zu Tage fördert, erscheint es angemessen, sich über die Wege jenes anderen Meteorwassers klar zu werden, welches nicht zu „artesischem" wird.

Wenn man die Erdrinde von Tage aus nach der Tiefe zu untersucht, so findet man nur in den Hochgebirgen die gleichen Gesteinsmassen, die man — um den Umfang ihres Auftretens zu bezeichnen, oder um auf ihre muthmaßliche Entstehung, oder auf die Ursache ihrer Erhebung hinzudeuten — Massengesteine, Erstarrungsgesteine, Eruptivgesteine nennt. Von den Gebirgen niederwärts über das Hügelland zur Ebene zeigt sich das Erdprofil mannigfaltiger. Es zeigen sich mehr oder weniger mächtige Schichten übereinander gelagert. Bald verschwindet die eigentliche Felsformation in der Tiefe unter den hoch darüber gelagerten Sedimentärschichten, jenen Gebilden die durch Zertrümmerung von festem Gestein entstanden sind. Ganze Strecken des jetzigen festen Landes sind vor Zeiten und viele zu wiederholten Malen Meeresboden gewesen, auf den die vom Wasser in heftiger Strömung bald grob, bald fein zermahlenen, von der Verwitterung in unermeßlichen Zeiträumen in Staub verwandelten, vom Winde verwehten und schließlich im Wasser suspendirten Stoffe als Sinkstoffe sich niedergeschlagen haben. Den Hydrologen interessirt an den geognostischen Formationen vorzugsweise, ob sie „wasserdurchlässig" oder „wasserundurchlässig" sind. Die Hauptrepräsentanten in

diesem Sinne sind Sand und Thon, und ihre Zwischenglieder Lehm, Letten, Löß (Kieselsand mit Thon) und Mergel (Kalksand mit Thon). Zu oberst pflegt der Humus, das Resultat der Zersetzung organischer Stoffe — wenigstens in allen Kulturländern — vorhanden zu sein. Gleiche Schichtungsverhältnisse erstrecken sich zwar nach menschlichem Maßstabe oft in großer Ausdehnung, sind aber doch im Vergleich zur ganzen Erdoberfläche nur lokal beschränkt zu nennen. Man könnte die wasserdurchlässigen Schichten die indirecte Porosität der Erdrinde oder ihre Porosität im Kleinen nennen, im Gegensatze zu den wirklichen, bisweilen sehr umfangreichen Hohlräumen, die in der wirklichen Gesteinsmasse entstanden sind und die Erdrinde direct porös oder porös im Großen erscheinen lassen. Die Porosität der Erdrinde überhaupt wird sich, trotz ihrer Vielgestaltigkeit, in zwei Hauptrichtungen, nämlich einmal in radialer oder centraler und zweitens in peripherischer Richtung verfolgen lassen. Die wasserdurchlässigen Schichten gehören vorzugsweise der letzteren an; aber auch die wahren Höhlen, so viele wir deren kennen — wahrscheinlich eine verschwindend kleine Zahl der vorhandenen — sind meistens ungleich mehr lang als hoch. Dagegen sind eigentliches Gestein (das Massengestein, die granitischen Bildungen nicht ausgenommen), ebenso wie die Sedimentärschichten dichten Gefüges vielfach in radialer Richtung zerklüftet. Diese Klüfte reichen bald mehr bald weniger tief, und es liegt durchaus nichts Gezwungenes in der Vorstellung, sich für jede der der Tiefe nach untereinander liegenden Horizontalschichten eine Anzahl von verticalen Kanälen vorzustellen, die von Tage aus gerade nur bis zu ihr hinunterreichen; viele andere keilen schon früher oberhalb aus; wieder andere gehen von hier aus weiter in größere Tiefen.

Das System der verticalen oder radialen Wasserwege, die Gelegenheit zum Einsickern, wird durch den Umstand überaus begünstigt, daß viele Bildungen — namentlich die mannigfaltigen Lehme, aber auch gewisse Gesteinsarten, namentlich Sand- und Kalksteine — nur relativ, d. h. im Vergleich zu augenfällig stark durchlässigen als „dicht" oder „undurchlässig" gelten dürfen; die letzte Bezeichnung streng genommen gar nicht zutreffend ist.

Auf weiten Landstrecken, namentlich in der Ebene und ihren Thalmulden, bildet sogenannter leichter Boden die oberste Lage: eine Kulturschicht — Ackerkrume, bisweilen Schutt, die Trümmer

einer älteren Kultur, dann Sand oder sehr magerer, d. h. stark sanddurchsetzter Lehm. Darunter liegt dann fetter Lehm oder wie der nicht wissenschaftlich präcise vulgäre Sprachgebrauch es bezeichnet, ein Thonlager. Beide Schichten — im Verhältniß untereinander betrachtet — werden dann als „durchlässige" und „undurchlässige" bezeichnet, während weder die oberste Jenes, noch die darunter liegende Dieses in absolutem Sinne ist.

Die oberste Humusschicht, so wie der Sand in allen Korngrößen werden bei einem gelinden und kurze Zeit währenden Regen oft nur wenige Centimeter tief „feucht." Der Vorgang ist der, daß das im Regen durch Anziehung der Moleküle unter sich in Tropfenform gebundene Wasser bei der Berührung mit dem Boden eine andere Anziehung erfährt. Die Zwischenräume zwischen den kleinen Bodenpartikelchen sind zu klein, als daß der einzelne Tropfen zusammen bleiben könnte, und die Anziehung der festen Partikelchen ist so groß, daß jedes einzelne zunächst mit einem dünnen Wasserhäutchen sich umkleidet. So festgebannt in der Nähe der freien Atmosphäre, fällt das Wasser sehr bald der Verdunstung anheim. Bei vorhandener Vegetationsdecke muß das Meteorwasser erst diese tränken und sättigen, und nur wenn es sich durch Fortdauer des Regens in der Lage befindet, diesen Tribut an das Nahrungsbedürfniß der Vegetation und an die Anziehungskraft der Bodenpartikelchen voll zu entrichten, wird der Ueberschuß Freiheit erlangen, den Forderungen der Gravitation Folge zu leisten und weiter einzusickern.

Wir finden daher beim Beginn einer Regenperiode den leichten Boden zunächst der Oberfläche feucht, in geringer Tiefe aber trocken. Das Umgekehrte zeigt sich nach dem Schlusse einer Regenperiode. Wenn dann die oberste Schale durch die Verdunstung bereits getrocknet ist, finden wir beim Aufgraben mit der Tiefe zunehmende Feuchtigkeit. Die Zunahme ist die Folge mehrerer zusammenwirkenden Umstände: Die unterliegende, dichter gefügte Schicht, das „Thonlager", wirkt wie jede Verengung eines Wasserweges stauend; in dieser Region ist keine Pflanzenwelt mehr vorhanden, die Nahrung braucht; im Verhältnisse der Entfernung von der freien Atmosphäre mindert sich die Verdunstung; das im Boden enthaltene Wasser steht unter seinem eigenen Druck.

Das Wasser will der Gravitation folgen; es zieht sich also

so lange wie möglich vertical in die Tiefe; begegnet ihm hier ein Hinderniß, so nimmt es auch mit der schiefen Ebene vorlieb. Es zieht sich dann, dem steilsten Hange des „Thonlagers“, oder des „Untergrundes“ folgend, ebenso nach dessen Mulden, Schluchten oder — falls sie vorhanden sind — Kesseln zusammen, wie dies oberirdisch die „Tagewasser“ thun; nur geht es auf dem Untergrunde erheblich langsamer. Der Landwirthschaft geht dieser Prozeß oft zu langsam und sie drainirt, d. h. sie schafft in einem Netz von Thonröhren künstliche Hohlräume, in denen das, durch die engen Poren des Bodens zur feinsten Vertheilung gezwungene Wasser, wieder zur Tropfenbildung gelangt und flotteren Abfluß gewinnt. Der letzte Ausfluß eines Drain-Systems ist nichts als eine Quelle, eine natürlich gespeiste, aber künstlich eingekleidete.

Die natürlichen Quellen des in Rede stehenden obersten Wasserhorizontes, des „Grundwassers“ wie es gewöhnlich genannt wird, oder des „Seihwassers“, wie es sehr treffend in Unterösterreich heißt,*) ergeben sich überall da, wo die stauende Formation, das „Thonlager“, der „Untergrund“ zu Tage ausgeht. Es geschieht dies meist an den Hängen der Thäler, die ja nichts als vor Alters von oberirdischen fließenden Gewässern ausgewaschene Rinnen sind; natürliche Ausschachtungen, durch deren beide Seitenböschungen die frühere horizontale Schichtung durchschnitten worden ist. Sind die Ablaufflächen hierdurch in nahezu horizontaler Linie durchschnitten, so entsteht so zu sagen eine Traufkante, das Sickerwasser des ersten Horizontes zieht sich vereinzelt an die Kante, tritt hier an vielen Stellen, aber überall in sehr geringer Menge über, und es entsteht nur das sogenannte Ausschwitzen. Ist dagegen das Relief des Untergrundes bewegter, so wird sich der Durchschnitt am Austritt als Schlangenlinie gestalten, an deren tiefsten Punkten das Unterwasser gesammelt, als zusammenhängender Wasserfaden oder -Strang, als „Quelle“ zu Tage kommt. Derartiger Quellen finden sich oft einen Thalhang entlang in kurzen Abständen mehrere, jede einzelne aber nur spärlich Wasser liefernd. Man vereinigt sie dann oft durch einen Quellensammler in Form eines gemauerten Stollens oder einer

*) Noch ein bezüglicher Handwerksausdruck ist „der Seegrund“; er altbairische Landmann sagt „der Higl“.

Galerie, die man — in frostfreiem Abstande von der Böschung — die abwässernde Schicht entlang führt. Vom bergseitigen Stoße dieser Galerie geht man wohl auch noch mit Stichkanälen, sogenannten Sammel- oder Sickerdohlen bergein, der abwässernden Schicht folgend, dem Wasser entgegen. Solchergestalt wird das der natürlichen Bodengestaltung nach in viele kleine Wasserfäden verzettelte, großentheils nicht greifbare unterirdische Wasser gesammelt, um dann in Röhren — etwa zur Versorgung der benachbarten Stadt mit Trinkwasser — weitergeführt zu werden.

Wo die natürlichen Bedingungen derartiger Quellen (die in einem Hange zu Tage tretende undurchlässige, abwässernde Schicht) nicht vorhanden sind, muß das unterirdische Wasser von Tage aus mittelst vertikaler Durchbrechung der überdeckenden Schicht aufgesucht und bloßgelegt, d. h. es müssen Brunnen gegraben werden.

Für Erschließung des unterirdischen Wassers durch Brunnen den richtigen Ort auszuwählen, verlangt oft Blick und Geschick. Man kann auf einen Scheitelpunkt des Untergrundes stoßen und gar kein Wasser finden, oder auf eine Dachfläche, wo zeitweise Wasser ist und zeitweise keins, auf eine Mulde, wo die unterirdische Zufuhr erheblich reichlicher oder gar auf einen Kessel, der schon den Charakter eines Sammel- und Ausgleichreservoirs hat. Sehr viele unserer „Brunnen" in Stadt und Land werden nur von dem Unterwasser des ersten Horizontes, dem Seihwasser gespeist. Sie sind nie unerschöpflich, meist dem Bedarf genügend, bisweilen mit zeitweisem Versiegen behaftet.

Dieser Gefahr am wenigsten ausgesetzt sind sie in den Flußthälern, wo die Masse des Unterwassers und sein Stand nicht direkt von dem Meteorwasser abhängt, sondern mit dem offenen Wasservorrath des Flusses communicirt. Dieses Grundwasser im Niveau eines Flusses, Grundwasser im engeren Sinne, Thal-Grundwasser, auch Druckwasser, Drangwasser, Kuverwasser genannt — hat vor dem Unterwasser der Hänge und Plateaux, dem Höhen-Grundwasser — den großen wirthschaftlichen Vortheil der Zuverlässigkeit und Beständigkeit voraus; den hygienischen Nachtheil aber mit ihm gemein, daß es lau, weich, schal und in der Nähe menschlicher Wohnstätten excremental vergiftet, kurz schlechtes Trinkwasser ist.

27.

Wir wenden uns zu den sogenannten „undurchlässigen" Schichten, die, wie schon bemerkt, meistens diese Bezeichnung eigentlich nicht verdienen; sie wären treffender durch „abwässernde Schichten" zu charakterisiren, denn ihre eigentliche Wirksamkeit beruht darauf, daß sie von dem sie vertikal treffenden Meteorwasser — sei es direct als Niederschlag aus der Atmosphäre oder in der Form des Sickerwassers durch die übergelagerte durchlässige Schicht — nur einen Theil zur Weiterbeförderung in die Tiefe in ihre (allerdings sehr engen) Zwischenräume aufnehmen, den Rest aber zurückweisen und veranlassen, auf ihrer Oberfläche stehen zu bleiben oder Ablauf zu suchen. Schwerer Boden, fetter Lehm (viel Thon und wenig Sand) desgleichen viele Sand- und Kalksteine sind in der Tiefe stets feucht und weich, (erdfeucht, bergfeucht); nur an der freien Atmosphäre, bei Wind und Sonnenschein werden sie durch Verdunstung trocken und hart.

Diese Gebilde in ihrer natürlichen Lagerstätte lassen zwar nie Bewegung des Wassers wahrnehmen, denn wegen Kleinheit der festen Theile und der Zwischenräume gelangt das Wasser hier nicht zur Tropfenbildung; es ist zu fein vertheilt und zu fest angezogen; aber die Schwerkraft waltet gleichwohl auch hier, und wenn — wie oft vorkommt — unter dem dichten Gebilde wieder ein lockeres — Kies und Sand — oder gar ein Hohlraum liegt, so zeigt sich hier wieder Wasser und zwar in entsprechend größerer Menge und wieder in freierer Bewegung.

Die oberste, sogenannt undurchlässige Schicht, oder, besser bezeichnet, der Untergrund des Seihwassers hat, wie schon bemerkt, ebenso sein Relief, wie die sichtbare Erdoberfläche; er hat seine Abdachungen, die sich zu Mulden gruppiren und durch Wasserscheiden getrennt sind, er bildet hier und da auch Kessel. Das Seihwasser bewegt sich daher — wenn auch zufolge größerer Reibungswiderstände langsamer — in gleicher Art wie die Tagewasser; es bildet unterirdische Fließe, Bäche, auch Seen. Es waltet unten wie oben das gleiche hydrostatische Gesetz: Jede Wasserpartikel wird nur von der Säule der vertical über ihr befindlichen gedrückt und überträgt den Druck auf Wandungen und Sohle des Gerinnes, das — im hydrostatischen Sinne — ein offnes ist. Die Geschwindigkeit, mit der Wasser in einem offnen

Gerinne fließt, ist das Resultat von Wasserquerschnitt, Gefälle und Reibungswiderständen; ohne Einfluß auf das Maß der Geschwindigkeit an einem bestimmten Punkte eines Wasserlaufs im offnen Gerinne ist dessen Abstand vom Ursprungsorte. Dies gilt ebenso für das oberste unterirdische, das Seihwasser, wie für die Tagewasser und oberirdischen Wasserläufe.

Anders steht es um den zweiten und die etwaigen noch tieferen Wasserhorizonte oder Wasserschichten.

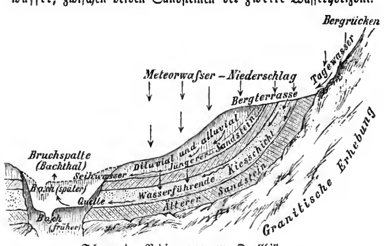
Immer sind diese oben wie unten von dichten Schichten begrenzt; das Wasser befindet sich hier in einem röhrenförmigen Hohlraum. Röhren sind aber in hydrostatischer Beziehung in zwei Kategorien zu sondern; sie sind entweder nur bedeckte Gerinne oder Druckrohre. Im bedeckten Gerinne füllt das Wasser nicht den ganzen Raum; die Decke ist nur raumabschließend. Es waltet daher hier genau dasselbe hydrostatische Gesetz wie im offnen Gerinne: das Wasser bewegt sich nur auf der schiefen Ebene. Im Princip gleichgiltig ist dabei, ob das bedeckte Gerinne ein gemauerter Kanal, ein Thonrohr, eine leere Spalte im natürlichen Fels, eine natürliche Höhle oder eine Sand- und Kiesschicht zwischen dichten Schichten ist; nur auf die Reibungswiderstände und dadurch auf die Geschwindigkeit der Bewegung sind diese Umstände von Einfluß. Rohr im engeren Sinne, eigentliches Rohr, Druckrohr heißt dagegen ein solches, das vom Wasser strotzend gefüllt ist, so daß die Rohrwandung ringsum gleichen Druck erfährt und zwar denjenigen Druck, der vom Höhenunterschiede zwischen dem Orte des Drucks und dem Wasserspiegel am oberen Ende des Rohrs abhängig ist. Wenn also das Seihwasser in seinem hydrostatischen Verhalten stets dem Wasser im offenen Gerinne gleicht, so kann das Wasser tieferer Schichten (d. h. zwischen zwei dichten Schichten) entweder als im bedeckten Gerinne oder als im Druckrohr befindlich sich verhalten.

Ersteres wird zutreffen, wenn am unteren Ende der betreffenden wasserführenden Schicht ein Ausgang von genügender Größe frei ist, um der Zufuhr Abfluß zu gewähren, so daß niemals Stau entsteht; Letzteres wird zutreffen, wenn gar kein oder ein zu enger unterer Ausgang vorhanden ist, der Ueberschuß der Zufuhr also früher oder später den Wassergang strotzend erfüllt.

Ein Beispiel wird diese Verhältnisse zweckmäßig veranschaulichen.

In irgend einer geologischen Periode hat sich auf dem Grunde eines großen Wasserbeckens eine Lage Sand niedergeschlagen. Später ist das Wasser hier abgelaufen und aus jener Lage Sand eine Sandsteinschicht geworden. — Eine zweite Wasserbedeckung hat die Sedimentation einer Kiesschicht, eine spätere dritte abermals Sandablagerung und Sandsteinbildung zur Folge gehabt. Es mag dann nochmals Sand- und Kiesablagerung stattgefunden und das Wasser sich dann definitiv verlaufen haben.

Zu dieser Zeit gab es dann hier eine ausgedehnte, fast horizontale Ebene, zu oberst eine lockere Schicht, darunter Sandstein, Kies, wieder Sandstein; über dem ersten Sandstein Seihwasser, zwischen beiden Sandsteinen der zweite Wasserhorizont.



Schema der Bedingungen zur Quellbildung.

Wir lassen nunmehr plutonische Kräfte in Thätigkeit treten, die an irgend einem Punkte von unten her drücken und die bisher horizontalen Schichten zu einer Wulst auftreiben. Der dadurch hervorgerufenen Dehnung können die Schichten nur bis zu einem gewissen Grade nachgeben; sie zerreißen endlich und bilden eine Verticalspalte, die im Laufe der Zeit durch einbrechende Gewässer zu einer Thalmulde ausgewaschen wird. Aber auch der Rücken der aufgetriebenen Wulst platzt endlich und, die granitische Masse quillt aus der Tiefe empor und bildet einen Bergrücken.

Die durch zweimaliges Zerreißen abgetrennte Strecke der früher horizontalen Schichten (Sandstein, Kies, Sandstein) bildet jetzt einen nach oben concaven Bogen, dessen oberes Stirnende die Oberfläche einer Bergterrasse am Fuße des granitischen Rückens bildet, während das untere Stirnende in der Böschung der Thalmulde liegt.

In diese Lage gebracht, wird die Kiesschicht noch viel wasserreicher sein als früher, denn abgesehen von der Zufuhr, die sie durch ihre — durchaus nicht absolut wasserdichte — Sandsteindecke erfährt, empfängt sie ja an ihrem oberen Stirnende das direct auffallende sowie das von den höheren Berghängen niederrinnende Meteorwasser.

In der Thalmulde werden Quellen entstehen und zwar in zwei Etagen: über der oberen Sandsteinlage aus dem Seihwasser, über der unteren Sandsteinlage aus dem zweiten Wasserhorizonte, der wasserführenden Kiesschicht. Unter den angenommenen Verhältnissen hat letztere aber nur den Charakter des bedeckten Gerinnes: in dem Maße wie das Meteorwasser eintritt, drängt es das schon in der Schicht befindliche hinaus; Abfluß und Zufuhr haben volle Freiheit sich zu compensiren. Beide Etagen, sowohl die Seihwasser- wie die Schichtwasser-Quellen werden sich durchaus abhängig von der Witterung zeigen, in regnerischer Zeit reichlich, in regenarmer spärlich fließen; beide sind „laufende" Quellen.

Im Laufe der Zeit tritt nochmals eine Veränderung ein. Der Bach, der das Thal jetzt durchfließt, beladet sich bei seinen zeitweisen Anschwellungen an oberhalb gelegenen abbrüchigen Uferstrecken reichlich mit thonigen Sinkstoffen, durch die er allmälig hier seine Thalsohle so aufhöht, daß die untere bis dahin freigelegene Stirn der wasserführenden Kiesschicht völlig verdämmt wird.

Damit ist die Bedingung gegeben, daß die wasserführende Kiesschicht sich strotzend füllt, daß der Raum zwischen den beiden Sandsteinlagen zum eigentlichen Rohr, zum Druckrohr wird. Wühlt sich vielleicht endlich das abgesperrte Wasser doch wieder einen Kanal durch das jetzige Thonlager der Thalsohle, so ist eine communicirende Röhre fertig, es entsteht eine „steigende" Quelle, ein Springquell auf der Thalsohle (möglicherweise auch auf der Sohle des Bachbettes); schafft der Mensch

künstlich durch Graben oder Bohren einen solchen Kanal, so entsteht der gleiche Effect, wird aber jetzt „artesischer Brunnen" genannt.

Dem eben erörterten, möglichst einfach gehaltenen Beispiele entsprechen — nur oft viel complicirter — zahllose wirkliche Fälle: Schichten die an einem Orte tief unter der Oberfläche liegen gehen an einem andern, näheren oder entfernteren höher gelegnen Orte zu Tage aus, oder kommen der Oberfläche nahe, und der Zugang zu ihnen ist dem Meteorwasser leicht gemacht.

Die sogenannten undurchlässigen Schichten sind, wie erörtert, dies nicht absolut. Das Wasser (als Collektivbegriff) sinkt, der Gravitation folgend, so lange es kann, bis es etwa in den Bereich der Erdtemperatur kommt, bei der es nicht mehr im tropfbar flüssigen Zustande existiren kann; aber bis da hinab reicht kein Bohrer.

Je tiefer gelegen eine wasserführende Schicht, um desto sicherer strotzend voll ist sie, weil für sie kein natürlicher Ausgang ins Freie mehr existirt, sie vielmehr unter allen Thalsohlen und Flüssen liegt.

Der hydrostatische Röhrendruck äußert sich auf den ganzen Umfang der einschließenden Wandung; da aber der Mensch mit Graben und Bohren von oben anlangt, so erprobt er nur den Wasserdruck gegen die Decke des Raumes, und wenn er diese Decke so oder so durchbricht, springt ihm das Wasser — anscheinend seiner niederstrebenden Natur zuwider — von unten nach oben entgegen.

Der naive Verstand sucht die Ursache in der Richtung der beobachteten Wirkung, daher hier die Kraft, die das Wasser emportreibt unter ihm in der Tiefe!

Dieses Entgegenquellen ist das wahrhaft Kennzeichnende für diese Art des Wasseraufsuchens, für das „artesische" Wasser, und der volksthümliche österreichische Sprachgebrauch ist insofern sehr treffend, wenn er dem zuerst angetroffen trägen „Seihwasser" das „Quellwasser gegenüberstellt.

28.

Es muß, wenn man sicher auf dauernden Erfolg beim „artesischen" Brunnenbohren soll rechnen dürfen, eine natürliche, strotzend gefüllte Wasserblase vorhanden sein; je dicker desto sicherer ist

man, daß das Wasser **vorhält**, auch in trockenen Zeiten nicht erschöpft wird; je **ausgedehnter** in Länge und Breite, um so wahrscheinlicher ist an **jedem** Orte des Reviers das Gelingen.

Ein interessantes derartiges Revier ist das Wad-Reag in der Nähe von Algier; „Vahr taht el Erd", „das unterirdische Meer", heißt es bezeichnend. Auch im **Modenesischen** ist die Continuität einer solchen Wasserblase dadurch erkannt, daß die Eröffnung eines neuen derartigen Brunnens sich durch Schwankungen des Wasserstandes in anderen Brunnen markirt.

Nach dem von Nowak (pag. 25) citirten Schriftsteller liegt die große Modenesische Wasserblase etwa 40$^{m.}$ unter Tage. Ihre Decke ist Zechstein. „Die Erfahrung hat die Brunnengräber gelehrt, daß sie Vorsicht gebrauchen müssen, wenn dieser Stein bis auf einige Zoll durchgearbeitet ist. Denn wenn die endliche Oeffnung des Steines geschieht, so dringt das Wasser mit solcher Heftigkeit in die neugegrabenen Brunnen, daß sich der Arbeiter, welcher den letzten Schlag thut, um den Stein zu durchbrechen, kaum zeitig genug retten kann, da dann, nach gemachter Oeffnung, das Wasser einige Mann hoch mit der größten Gewalt in den Brunnen eindringt."

29.

Von den österreichischen Quellbrunnen hat zuerst Cassini Nachricht gegeben, der auf seinen ausgedehnten geodätischen Reisen sie kennen gelernt hatte. Später sind sie vielfach, namentlich auch von Einheimischen, beschrieben. Die oberste lockere Schicht, Grus (Schotter), hat oft bis 20$^{m.}$ Dicke; es folgt dann die **Thonlage** (blauer Tegel) in wechselnder Stärke zwischen 5 und einigen 20$^{m.}$ Die unterste Partie derselben, die sogenannte **Steinplatte** — erhärteter kieselhaltiger Mergel oder Sandstein — muß mit dem Steinbohrer durchstoßen werden, womit dann die Wasserblase angestochen ist. Daß es am nöthigen Nachdruck zum Auftreiben nicht fehlt, lehrt ein Blick vom Donau-Thalgrund nach dem stark markirten rechtsseitigen Thalrande hinauf.

Die älteste Praxis war die, daß man, nachdem der Tegel erreicht war, in diesem zunächst einen 2 bis 3$^{m.}$ weiten Brunnenkessel von etwa 1 bis 2$^{m.}$ Tiefe aushob, dann den Thon vollends durchbohrte und zuletzt die „Steinplatte" durchstieß. Das Wasser stieg mächtig auf, mußte aber wegen der Weite des Kessels sein

Tempo bald mäßigen. Später trieb man, sobald der Tegel bloßgelegt war, ein Brunnenrohr (als Futterrohr, Wandbekleidung des Bohrlochs, zur Sicherung gegen Zusammendrücken) nieder und bohrte in diesem.*) Durch die Concentration des aufsteigenden Wassers erhöhte man seine Steigkraft und brachte es meistens bis zum freilaufenden Brunnen in der natürlichen Terrain-Oberfläche. Die Zahl solcher, das Quell- oder, wie es auch genannt wird, das „lebendige" Wasser erschließenden Brunnen übersteigt in Wien und der Umgegend bei weitem die Zahl derjenigen, die sich mit dem Seihwasser begnügen, das sich oberhalb des Tegels vorfindet.

Ueber die Brunnen des Wad-Reag in der Nähe von Algier berichtet de la Metherie in seiner „Theorie der Erde" nach Mittheilung von Shaw, daß hier zunächst 50 bis 100m· mächtige Lagen von Sand und Kies abzuräumen sind, bis eine Schieferlage von geringer Dicke und Festigkeit erreicht wird. Nach deren Durchschlagung dringt das Wasser mit solcher Heftigkeit empor, daß die Arbeiter eilen müssen, davonzukommen.

30.

Nach allen diesen Darstellungen vom Vorkommen des „artesischen" Wassers scheint nun doch wohl die Erklärung des Phänomens durch „drückende Wassersäulen", wie sie schon Cassini annahm, nahe zu liegen; „nahe" im wörtlichen Sinne und im Vergleich zu dem ohne Zweifel weit hergeholten Dampfdruck von unten her!

Die aus den gelungenen derartigen Wassererschlüssen abstrahirte Hypothese gewinnt durch die nicht oder nicht völlig ge-

*) Die Anwendung von Futterrohren scheint ein Verdienst der Brunnenmacher von Artois zu sein (ihre Uebertragung nach Oesterreich durch einen flandrischen Bäckermeister ist mit Wahrscheinlichkeit nachzuweisen). Daß man in Oesterreich wie in Modena früher das Bohrloch ohne Schutz ließ, war bei der standhaften Natur des durchbohrten Thons meistens unschädlich gewesen; bisweilen schlämmte sich das Bohrloch aber doch zu oder wurde zusammengedrückt, und die Arbeit war verloren. Die Einführung des Futterrohrs war daher ein erheblicher Fortschritt in der Bohr-Methode, und insofern kann den artesischen Brunnenmachern die Ehre gegönnt werden, daß die Tief-Bohrbrunnen nach ihnen benannt worden sind.

lungenen neue Wahrscheinlichkeitsgründe. Dabei bleiben selbstverständlich jene Mißerfolge außer Betracht, wo man überhaupt auf kein Wasser stieß. Wir haben die Fälle im Sinne, wo Wasser erschlossen wurde, aber es stieg nicht. Dann hatte man — so erklären wir — eben keine Blase angestochen, kein abgeschlossenes Rohr, sondern einen Wassergang vom Charakter des bedeckten Gerinnes, das in der Tiefe einen dem Gravitationsgesetze entsprechenderen Abzug fand. In anderen Fällen steigt das Wasser zwar, aber nicht bis zur Terrainoberfläche — die „drückende Wassersäule" ist dann eben nicht hoch genug. Ein Beispiel dafür bietet eine Bohrung (in Erlangen) bis zu rund 60m. Tiefe, zugleich ein interessantes Beispiel des Wechsels dichter und lockerer, „abwässernder" und „wasserführender" Schichten. Die Bohrung konstatirte vom Tage nach der Tiefe zu: Eine mächtige Lage Sand; festen Thonsand; grauen Sandstein und braunen Thon in mehreren Lagen wechselnd; den ersten Quellhorizont im Sandstein; wechselnde Lagen von Dolomit, blauem Thon, eisenschüssigem Mergel, mergligem Sandstein mit etwas Kalk, Quarz- und Dolomit-Conglomerat; den zweiten Wasserhorizont; abermals wechselnde Lagen der voraufgeführten geognostischen Formationen; den dritten Wasserhorizont; dieselbe Wiederholung und zum vierten Male Wasser über nunmehr hartem, quarzigen Sandstein, einer Formation von solcher Dichtigkeit und voraussichtlich so weit in die Tiefe reichend, daß sich von der Fortsetzung des Bohrens kein lohnender Erfolg mehr erwarten ließ. Keine der angebohrten Quellen stieg bis zur Erdoberfläche; das Wasser wurde in einem 10m. tiefen Brunnen gesammelt und mußte künstlich vollends heraufgehoben werden.

Am verdrießlichsten für den Brunnenmacher ist es, wenn er anscheinend mit Erfolg gebohrt und einen springenden Strahl erzielt hat; aber nach einiger Zeit erlahmt der Auftrieb und allmälig versiegt das Wasser. Diesen Fall erklären wir dahin, daß zwar eine Blase voll Wasser und die nöthige „drückende Wassersäule" vorhanden waren, aber der Inhalt der Blase war lange angesammelter Vorrath aus spärlichen Zuflüssen, Zuflüssen, die weniger zuführen als die nunmehr hervorgerufene Abgabe beträgt. Dann haben wir eine communicirende Röhre, in deren langen Schenkel kein Wasser nachgegossen wird, oder doch weniger als durch die Mündung des kurzen Schenkels austreten kann. Auch

öffnet sich unter solchen Umständen dem Wasser bisweilen ein neuer Abzug in die Tiefe; denn so lange das Wasser in der geschlossenen Blase ruhig gepreßt stand, hielten die einschließenden Wände dicht; nun aber durch das Anbohren der Blase Wasserbewegung in Gang gebracht ist, tritt Auswaschung, Unterspülung ein, die einen bis dahin nicht bestandenen Ausgang zur Seite oder in die Tiefe schaffte.

Wird nun wohl das Phänomen der „artesischen Brunnen" mit seinen Erfolgen und Mißerfolgen dem Unbefangenen als ein solches erscheinen, an dem die „bisherige" Theorie ad absurdum geführt wird, das aber Nowak durch die von ihm aufgestellte Theorie in allen seinen Nuancen überzeugend klar zu stellen vermag?

III. Das Problem des Gleichgewichts zwischen dem atmosphärischen Niederschlage und den offenen Wasserläufen einerseits und der Verdunstung andererseits.

31.

Wir haben bis dahin eine Reihe von Quellen-Phänomenen betrachtet, bei denen wir nachweisen zu können glaubten, daß zu ihrer Erklärung die bisherige Theorie des oberen Kreislaufes ausreicht. Wir haben zugestanden, daß der von Nowak verfochtene untere Kreislauf an sich physikalisch undenkbar gar nicht ist; wir haben uns nur nicht genöthigt gefunden, uns zu der „neuen" Theorie zu bekehren; ja wir fanden den neuen Weg, auf dem wir uns das Wasser in steter Wanderung denken sollen, unwahrscheinlich, weil schwieriger, complicirt; wir dachten es uns nach wie vor lieber von oben nach unten durch die allbekannte Gravitation, als von unten nach oben durch einen hypothetischen Dampfdruck bewegt, die Erdrinde passirend und uns die Quellen aller Art liefernd. Nowak hat aber Beweismittel, durch die er darthun zu können glaubt, daß wir, wohl oder übel, das Vorhandensein des unteren Kreislaufs zugestehen müssen.

Er behauptet: Die Meere der Erde erhalten durch die sie direkt treffenden Hydrometeore und durch die sich in sie ergießenden Wasserläufe eine Wasserzufuhr, die dasjenige Quantum weit übersteigt, das sie auf dem Wege der Verdunstung abgeben. Da der Bestand der großen und kleinen Becken stehenden Wassers

notorisch im großen Ganzen sich gleich bleibt, so muß zur Erhaltung der Bilanz, nächst der Verdunstung, noch eine anderweitige Abgabe stattfinden. Eine solche kann nur unter Wasser durch die Porositäten der Meeresbecken-Wandungen und -Sohlen ins Erdinnere erfolgen. Aber auch im Erdinneren muß Bilanz stattfinden; der Einnahme durch Meeresabfluß muß eine gleiche Ausgabe gegenüberstehen. Haben wir hier einen Ueberschuß, mit dem wir einstweilen nichts anzufangen wissen, so haben wir über der Erde ein Manco. Denn wenn laut dem an die Spitze gestellten Satze die Meere durch Verdunstung nicht soviel verlieren, als sie durch Niederschlag und die einmündenden Binnengewässer gewinnen, und wenn wir von dem Verdunstungsquantum die dem Meere zukommende Regenmenge abziehen, so bleibt der Rest des Verdunstungsquantums kleiner als die Masse des fließenden Wassers. Folglich können die fließenden Gewässer der Erde ihre Speisung nur zum Theil aus der Atmosphäre, d. h. den Niederschlägen jenes Verdunstungs-Restbetrages bestreiten. Hier in dem Nahrungsgeschäft der Flüsse ein Manco, eine Unterbilanz — dort im Erdinneren ein Ueberschuß — es liegt auf der Hand, daß Eins das Andere kompensirt. Dies kann nur in der Form geschehen, daß auf dem Wege des „unteren Kreislaufs" das aus den Meeren in das Erdinnere getretene Wasser, aufwärts getrieben, die Quellen, oder wenigstens den größten Theil derselben, speist! —

Man könnte diese Vorgänge schematisch durch das zwar vulgäre aber treffende Bild einer vertikal gestellten ... Bretzel veranschaulichen, die durch eine horizontale Linie — Land und Meer — halbirt wird. Der Bügel bedeutet nach oben hin die Verdunstung, im höchsten Theile die Atmosphäre, in der Zurückbiegung die Hydrometeore, im weiteren Verlauf bis zum Anschluß des Endes an den Bügel die fließenden Gewässer und allenfalls etliche seichte Seihwasser-Quellen. Entsprechend vertritt der Bügel von der Mitte abwärts die Meeres-Sickerwasser, das Erdinnere, das wieder aufsteigende, das hauptsächlich Quellen speisende Wasser. Selbst die der Bretzel eigenthümliche Verschlingung der Enden kann symbolisch dahin ausgelegt werden, daß oberer wie unterer Kreislauf zusammenwirken, um die fließenden süßen Gewässer und ihre Quellen zu speisen.

32.

Nowaks Deduction der Nothwendigkeit eines erdinneren Kreislaufs hat etwas Bestechendes. Wenn die Prämisse — der Ueberschuß der Meereseinnahme — richtig ist, dann erscheinen die Folgerungen kaum bestreitbar. Nowak glaubt die Richtigkeit der Prämisse beweisen zu können.

Er betrachtet zunächst das todte Meer. Nach den besten literarischen Quellen sucht er festzustellen, welche bedeutende Wassermengen schon der Jordan und der Arnon zuführen. Er kommt zu dem Ergebniß: „Einmündende Flüsse und Hydrometeore speisen das todte Meer so reichlich, daß der Wasserstand in Jahresfrist um mindestens 5m. sich heben müßte; durch Verdunstung wird kaum die Hälfte dieser Zufuhr absorbirt". Dazu kommt der seltsame Umstand, daß das todte Meer tief unter dem Niveau des mittelländischen Meeres liegt, ein unterirdischer Abzugskanal nach diesem hin also unannehmbar ist. Die Höhendifferenz wird zwar sehr verschieden angegeben — zwischen 200 und 400m.; Capitain Wilson ermittelte sie 1865 auf 393,78m. — aber beträchtlich bleibt sie bei allen Berichterstattern. Es liegt übrigens nicht nur das todte Meer, sondern das Jordanthal weit hinauf so tief; Jericho 176m., nach anderen Angaben 239m., der See Genezareth 178m. tiefer als das Mittelmeer.

Diese ganze Depression der Jordanspalte ist ein geologisches Problem; die in der Genesis (1. Buch Mosis Kap. 19) erzählte Entstehung des todten Meeres scheint — zwar mythisch gefärbt — eine Tradition abzuspiegeln, die bezeugt, daß hier eine Transformation der Erdoberfläche vorliegt, die zu einer Zeit erfolgt ist, wo bereits der Mensch in dieser Gegend Wohnung genommen hatte. Es mag ein Einsturz unterirdischer Hohlräume unter vulkanischen Erscheinungen erfolgt sein. Die eigenartige Qualität des jetzt in diesem Krater befindlichen Wassers: klar, aber stark salzhaltig, Asphalt in großen Schollen zeitweise an die Oberfläche treibend, für Wasserthiere, selbst niederer Ordnungen, so giftig, daß deren keine darin zu existiren vermögen, von größerer specifischer Schwere als das gewöhnliche Wasser — deutet auf ungewöhnliche chemische Einwirkungen aus dem Erdinneren. Die Möglichkeit einer so tiefen Depression einer Landschaft unter das unsern gelegene Meer kann nur bei dichtem unterirdischen Abschluß begriffen werden; das untere Jordanthal muß wie eine wasserdichte

Schale in den allgemeinen Landgrund von Palästina eingesenkt gedacht werden.

Es bleibt hier nur Zweierlei: Entweder — man wirft ein: Nowak hat sich beim besten Willen in seiner Bilanz doch verrechnet, die Flüsse bringen nicht soviel ein, die Verdunstung konsumirt nicht so wenig; die der Berechnung zu Grunde liegenden Daten sind zu wenig exakt beobachtet, zu oberflächlich geschätzt; oder — man gesteht zu: Das todte Meer nimmt wirklich mehr ein, als es durch Verdunstung wieder los wird.

Wir lassen die erste dieser beiden Eventualitäten dahingestellt und wollen die zweite für zutreffend gelten lassen. Die zugegebene Thatsache zwingt uns aber noch keineswegs, aus diesem Einzel-Phänomen auf ein so durchgreifendes Gesetz, wie die Theorie des unteren Kreislaufs es involvirt, zu schließen.

Wir würden nämlich dann die Vermuthung aufstellen, daß in jener wasserdichten Schale oder Kapsel, die das Revier des unteren Jordans von dem submarinen Zusammenhange mit den benachbarten Meeresbecken abschließt, sich unterirdisch noch viel mächtigere, voluminösere Hohlräume befinden, als das zu Tage liegende, zur Zeit vom todten Meere ausgefüllte Becken ist. In diese fließt der Ueberschuß ab. Es darf nicht Wunder nehmen, wenn in der — geologisch gemessen — kurzen Spanne Zeit von wenigen Jahrtausenden, die dieses Phänomen vom Menschen gekannt und beobachtet ist, sich das todte Meer unverändert zeigt, seine Wassermenge weder zu- noch abnehmend. Es ist dies eben der gewonnene Beharrungszustand, das hydrostatische Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe. Es ist hier von der Natur derselbe Apparat geschaffen, den wir in der Hydrometrie unter dem Namen des „Wasserzolls" gebrauchen: Das in seiner Quantität zu messende Wasser wird in ein Gefäß geleitet, dessen eine Wandung eine Anzahl enger Bohrungen hat, die mit Stöpseln geschlossen werden können. Steckt man sämmtliche Stöpsel ein, so wird das Gefäß nach einiger Zeit überlaufen; entfernt man alle, so wird es auslaufen; durch Probiren wird sich finden lassen, wie viele Ausgänge offen zu halten sind, damit der Wasserstand im Gefäße in gleicher Höhe verharrt. Einstweilen hat nun der präsumtive Ueberschuß des Zuflusses des todten Meeres noch immer Platz in den präsumtiven, natürlichen Souterrains desselben. Einst werden diese

freilich gefüllt sein, und wenn dann alles sonst noch so ist wie heut, so wird freilich das todte Meer oberirdisch größer und größer werden müssen, bis es die ganze Depression der Jordanspalte bis zum Niveau des Mittelländischen Meeres erfüllt haben wird.

33.

Bei dem nächsten Beweisstücke Nowaks, dem **Kaspischen Meere**, können wir uns nun kürzer fassen. Wir nehmen Nowaks mühsame und gewissenhafte Berechnung nach den verläßlichsten Daten und deren Ergebniß für richtig an: Der Kaspisee nimmt mehr ein, als er durch Verdunstung los werden kann, er liegt tiefer als das nächste Meer, und sein Wasserspiegel senkt sich gleichwohl nachweislich, wenn auch nur langsam. Nur die letzt aufgeführte Thatsache ist ein neues Moment. Nun, wir sehen in den Wasserverhältnissen des Kaspisees retrospektivisch das Spiegelbild zu der Perspektive, die wir für das todte Meer eröffnet haben: Einst waren Kaspisee und Aralsee, Zwischenterrain und Umgebung ein viel größeres Binnenmeer als heut. Auch hier sind in der Nachbarschaft des offnen Beckens unterirdische Hohlräume, mit denen jenes communicirt. Noch waltet hier der Zustand, bei welchem die Communicationen ins Erdinnere unter so hohem hydrostatischen Drucke stehen, daß sie mehr aus dem Becken abführen als die Flüsse oberirdisch zuführen. Der Wasserspiegel sinkt, aber mit ihm jener Druck. Es wird in Zukunft einmal der Beharrungszustand eintreten, den seit Anbruch der historischen Zeit bis heut das todte Meer bereits erreicht hat. In noch fernerer Zukunft muß dann freilich der Umgebung des Kaspisees dasselbe geschehen, was wir dem todten Meere prognosticirt haben: es wird sich bis zum Niveau des schwarzen und des mittelländischen heben und dann in andrer Weise wieder im Gleichgewicht sein! Was hat diese Anschauung Störendes? Aeonen für uns Kinder der Stunde sind Augenblicke im Leben der Weltkörper; das Schwellen und Schwinden von Meeren ist leichtes Blutwallen in den Adern der Erde!

Nach diesen, auf den ersten Blick allerdings schwierigen Problemen der unter dem Meeresniveau liegenden Binnenseen, erscheinen die folgenden Beispiele einiger hoch gelegnen Seen, bei denen die Annahme unterirdischer Abzüge in Ebnen und Meere gar keine Schwierigkeiten hat, der Beachtung nicht werth.

34.

Auch das **Mittelmeer** erscheint als kein starkes Beweisstück für Nowak. Zwar speisen es nicht nur zahlreiche Flüsse, sondern auch durch die Meerenge von Gibraltar zieht aus dem atlantischen Ocean ein mächtiger Strom **herein**, und es bedarf keiner besondern Berechnung, daß alle diese Zufuhr nicht von der **Verdunstung** absorbirt werden kann.

Aber es ist ja **unterhalb** der Einströmung auf der Oberfläche eine **Ausströmung** in den atlantischen Ocean nachgewiesen worden! Indessen, Nowak beanstandet mit guten Gründen und gestützt auf Autoritäten der Wissenschaft — wenn nicht die Gegenströmung überhaupt, so doch die Möglichkeit, daß dieselbe in einem Querschnitt von solchem Inhalt stattfinden könne, wie es nothwendig wäre, wenn sie den enormen Zufuhr-Ueberschuß sollte bewältigen können. Bei diesem Einwande sind wir unwillkürlich an ... **Jules Verne** erinnert worden, diesen sonderbaren Schriftsteller, der eine Fülle naturwissenschaftlicher, geographischer, physikalischer Kenntnisse dazu verwerthet, das Leihbibliotheken-Publikum mit gelehrten Münchhauseniaden zu verwirren und zu amüsiren. In einem dieser Lügenromane berichtet angeblich ein Naturforscher, der in die Gewalt eines submarinen Piraten und Menschenfeindes gerathen ist und mit demselben Weltumsegelungen in einem idealen Taucherschiffe macht. Dabei lernt derselbe einen **natürlichen Tunnel** kennen, der unter der Landenge von Suez hinweg das mittelländische Meer mit dem rothen verbindet. An diesen Tunnel mußten wir denken, als wir uns von Nowak mit dem Ueberschuß der mediterranischen Wassereinnahme in die Enge getrieben sahen, und trotz der — in wissenschaftlichem Sinne allerdings sehr anrüchigen — Quelle, aus der dieses Auskunftsmittel stammt, sehen wir ein solches doch in der That in dem Gedanken **submariner Communicationen** zwischen oceanischen Becken von wesentlich **gleichem** Niveau.

35.

Nowak unternimmt schließlich den Versuch, auch für die **großen Oceane** einen Ueberschuß der Wasserzufuhr plausibel zu machen. Einleitend bekennt er zwar, daß er bei dem Mangel verläßlicher Daten über die hydrologischen Verhältnisse des offnen

Weltmeeres dieser Aufgabe nicht in jener „ziemlich unwiderlegbaren Weise" gerecht werden könne, in der er bei dem todten, Kaspischen und Mittelmeere das Unzureichende der Verdunstung nachgewiesen zu haben sich getröstet; abschließend bemerkt er zwar nochmals, daß er in diesem Falle auf den Namen einer strengen wissenschaftlichen Beweisführung keinen Anspruch machen könne — aber mitten inne operirt er doch ganz fröhlich mit Zahlen, und „Zahlen beweisen" bekanntlich.

Diesen Zahlen müssen wir daher etwas näher treten. Rink (dessen oben im Absatz 18 als Grönlandforschers Erwähnung geschehen) „veranschlagt" die jährliche Regenmenge bei Julianahaab in Südgrönland auf 36 Zoll (wahrscheinlich Pariser, also 97,5$^{cm.}$); im Innern Grönlands auf mindestens 12 Zoll (32,8$^{cm.}$); und „nimmt an", daß daselbst höchstens 4 Zoll durch Verdunstung wieder verzehrt werden.

An den Ausdrücken „veranschlagt" und „nimmt an" nehmen wir unsererseits zunächst Anstoß. Sie klingen nicht danach, als hätte Rink Regenmesser und Verdunstungsmesser zur Disposition gehabt und dieselben geraume Zeit beobachten können; sie klingen vielmehr nach Schätzung. Nowak dagegen fährt fort: es dürfte demnach kaum gewagt erscheinen, wenn wir das Uebergewicht der jährlichen Regenmenge über die Verdunstung für die beiden Eismeere (das nord- und südpolare) im Durchschnitt zu 12 Pariser Zoll veranschlagen. Da nun das Areal dieser beiden Meere rund 550 000 geographische Quadratmeilen beträgt, so ergiebt sich ein erster Posten Wasserüberschuß von circa 24 Kubikmeilen. Durch die bekannten Polarströmungen wird dieser Ueberschuß nach dem Aequator hin zur Ausgleichung geschafft. Zweitens überwiegt die Regenmenge „entschieden" im Kalmengürtel. Wir erhalten zwar keine Regenhöhen in Zahlen, sondern nur die Versicherung, daß dort täglich nach Gewittern „Ströme von Regen" fallen, daß — nach Aussage alter Seeleute — bisweilen süßes Wasser von der Oberfläche der spiegelglatten See abgeschöpft werden kann; daß unter dem fortwährenden Niederschlage die Verdampfung ganz innehält — aber Nowak hält sich doch für berechtigt anzunehmen, daß der Ueberschuß der jährlichen Regenmenge über die Verdunstung 6 Fuß betrage, und da der Kalmengürtel abermals 550 000 Quadratmeilen der Erdoberfläche deckt, so haben wir einen zweiten Posten des Ueberschußconto von 144 Kubikmeilen.

Eine dritte regenüberschüssige Region findet Nowak im Golfstrom des Atlantischen und dem entsprechenden Japanischen des stillen Oceans. Er nimmt für beide ein Areal von 100 000 Quadratmeilen, an, „dessen Regenmenge jene der Verdunstung das Jahr über um ein Beträchtliches, vielleicht um 2 Fuß übertrifft, und von welchem somit der Verdunstung des übrigen Weltmeers abermals jährlich 8 bis 10 Kubikmeilen Wasser zugeführt werden." In analoger Weise rechnet er 50 Kubikmeilen Ueberschuß in der äquatorialen Regenzone heraus.

Hieran wird die Behauptung (ohne nähere Begründung) gefügt: in einem sehr ansehnlichen Gebiete des Oceans, innerhalb der beiden gemäßigten Zonen, befände sich „Verdunstung und Regenmenge fast durchgehends in einem mehr oder weniger genauen Gleichgewichte."

Aus den bisherigen Sätzen schlußfolgert Nowak, „daß man wohl kaum fehlen dürfte, wenn man nur die sogenannten Passatregionen als solche betrachtet, in welchen die Verdunstung, zumal in gewissen Bezirken des Oceans, namentlich im sogenannten Sargasso-Meere des Atlantischen Oceans, entschieden der Regenmenge überlegen ist."

Diese Region der überwiegenden Verdunstung glaubt Nowak höchstens zu 678 000 □ Meilen annehmen zu dürfen. Sie müßte die vorberechneten Niederschlags-Ueberschüsse und auch das den Meeren durch die Flüsse zugeführte Wasser fortschaffen, welch letzteres nach Cottas Briefen über Humboldts Kosmos = 455 Kubikmeilen gesetzt wird. Das Endresultat ist: Die Verdunstung in der Passat-Region müßte jährlich über 21 Pariser Fuß (6,82$^{m.}$) betragen! Wie stimmt nun dieses Ergebniß zu den wirklich beobachteten Verdunstungsmengen? Es ist nicht zu leugnen — es stimmt gar nicht. Es giebt keinen einzelnen Ort der Welt, geschweige denn ein größeres Revier, wo diese enorme Verdunstungsmenge beobachtet worden wäre. Die höchste Angabe die sich vorfindet, ist die von Maury für den indischen Ocean mit 16 Fuß englisch (5,3$^{m.}$). Diese Angabe erscheint aber nicht einmal recht glaublich, wenn wir daneben in Humboldts „Reise in die Aequatorialgegenden" für Cumana, wo es sehr selten regnet, die Nachttemperatur fast nie unter + 21° C. sinkt, die Tagestemperatur häufig über + 40° C. beträgt, die Verdunstungshöhe zu nur 130 Pariser Zoll (3,52$^{m.}$) angegeben finden.

36.

Gewiß — wir glauben es gern, 6,82$^{m.}$ Verdunstungshöhe kommen nirgends vor; aber — wir glauben der Rechnung nicht, die jene unglaubliche Verdunstungshöhe zum Endresultat hat, und wir sehen uns daher durchaus nicht gezwungen anzuerkennen, „daß auch dem offnen Ocean ein nicht unbeträchtlicher Theil der das Jahr über empfangenen Wassermasse noch auf anderem Wege als durch die Verdunstung, nämlich durch unterirdische, centripetale Abflüsse entführt werden müsse."

Wir haben gesehen, daß Nowak seiner Berechnung eine einzige wirklich Zahlenangabe — das was Rink „veranschlagt" und „annimmt" — und außerdem nur allgemein gehaltne Schilderungen zu Grunde legen konnte. Wenn man erwägt, wie langwierige und mühselige Beobachtungen vorangehen müssen, bevor mit einiger Zuversicht Regen- und Verdunstungsmenge einer Gegend in Zahlen ausgedrückt werden können und wie jung die Meteorologie und die meteorologisch-hydrologische Statistik sind, dann wird man es einstweilen und noch auf lange hinaus wohl aufgeben müssen, die Regen- und Verdunstungsmengen der großen Oceane zu balanciren.

Geben uns doch die meteorologisch-hydrologischen Beobachtungen der Festlandstationen einstweilen in ihrer Spärlichkeit noch manches Räthsel auf.

Wir wollen das nachweisen. Nach der Zusammenstellung Doves (in dessen meteorologischen Mittheilungen des Jahres 1874) betragen für 61 deutsche Stationen — von Metz bis Tilsit, von Ulm bis Flensburg — die jährlichen Regenhöhen zwischen 47,55$^{cm.}$ (Danzig) und 149,11$^{cm.}$ (Clausthal im Harz), im Mittel zwischen 67 und 68^{cm}. 22 außerdeutsche europäische Stationen (zwischen Rom und Stockholm, Paris und Petersburg) haben (nach Schmids Lehrbuch der Meteorologie) zwischen 43,16$^{cm.}$ (Orenburg in Rußland) und 225,33$^{cm.}$ (Bergen in Norwegen) im Mittel aber 71$^{cm.}$ Regenhöhe. Die auffallende Regenmenge von Bergen — reichlich das Dreifache der Durchschnittszahl — muß wohl um so mehr geglaubt werden, als sie auf 17jähriger Beobachtung beruht. Sie ist um so auffälliger, als das nur 50 Meilen östlich davon fast unter gleicher Breite und auch am Meere liegende Christiania nur 49,3$^{cm.}$ — also nur 69 Procent der Durchschnittszahl — Regenhöhe hat.

Als Extrem unter den bekannt gewordenen Beobachtungen verzeichnet die meteorologische Statistik den Punkt Cherraponjee*) in Ostindien (in der Dakka-Gruppe) der — allerdings nach nur einjähriger Beobachtung 1550cm. Regenhöhe ergeben hat.

Die ganz erstaunlichen Differenzen — von 43cm. bis 1550cm. (Verhältniß = 1 : 36) — drängen zu der Annahme, daß die Niederschläge sehr lokaler Natur sind, und daß es sehr unsicher ist, aus dem einen Quadratfuß Auffangefläche eines Regenmessers auf die Regenmenge zu schließen, die ganzen Landstrichen zu Theil wird.

Interessant ist der Vergleich der Verdunstungs- und Regenhöhen.

In hydrologischen Schriften wie Vorträgen wird gewöhnlich der leichtbehaltliche Satz an die Spitze gestellt, daß ungefähr 1/3 der gesammten atmosphärischen Niederschläge oberirdisch ablaufe, das zweite Drittel einsickere und das dritte Drittel verdunste. Wir haben das so überkommen und geben es so weiter, ohne eigentlich es begründen zu können.

Die regelmäßige Beobachtung und Buchführung über die Regenhöhen ist noch jung, noch jünger sind die Beobachtungen am Verdunstungsmesser (Atmido-, Atmo-, Evaporometer). Man hat beobachtet, wie viel von freiem Wasser, wie viel aus wasserdurchtränktem Boden, wie viel im Walde im Verhältniß zum freien Felde verdunstet.

Aus diesen — wir wiederholen: noch spärlichen — Beobachtungen hat sich ergeben, daß auf Waldboden, dem die Decke des abgefallnen Laubes (die Waldstreu) belassen war, die Verdunstung um 85% niedriger, auf streufreiem Waldboden um 62% niedriger anzunehmen sei als auf freiem Felde; von einer Grasfläche verdunstete reichlich doppelt so viel wie von einer freien Wasserfläche. Selbst der nicht mit einer Grasnarbe versehene Boden giebt, wenn er mit Wasser gesättigt ist, an die Atmosphäre durch Verdunstung etwas mehr ab, als die freie Wasserfläche.

Die Angaben der in Gebrauch stehenden Atmidometer, die auf der Messung des im offnen Bassin verdunsteten Wassers

*) Ersichtlich englische Orthographie; der Name wird also wohl „Tscherrapondschie" lauten.

beruhen, müssen demnach hinter der Gesammtverdunstung eigentlich noch zurückbleiben.

Sie werden also wohl — wenn wir der oben citirten Dreitheilung der Wege, die der meteorische Niederschlag verfolgt, glauben dürfen — in Deutschland die Verdunstung zu höchstens $\frac{1}{3} \times 68$ = rund 25cm. angeben? Wir finden statt dessen in einer der neuesten Compilationen einschlägiger Daten, dem Eingangs citirten Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Band pag. 20 resp. 14 und 15, für sechs deutsche Stationen (Augsburg, Berlin, Breslau, Mannheim, Tübingen, Würzburg) im Durchschnitt 98,8cm. jährlicher Verdunstung. Also nicht $\frac{1}{3}$ der Regenmenge, sondern nahezu das Anderthalbfache!

Wir machen ferner folgende Zusammenstellung:

	Berlin	Rom	Mannheim	Marseille	Durchschnitt
jährlich in cm. Regenmenge	59,73	78,48	57,71	51,12	61,76
jährlich in cm. Verdunstung	70,38	198,15	186,24	230,09	171,215
Die Verdunstung beträgt Procente der Regenmenge	118	253	323	450	277

Wir ersehen aus diesen Daten zunächst eine Bestätigung der aus den deutschen Durchschnittszahlen gewonnenen überraschenden Thatsache, daß die (d. h. die mit Atmidometern gemessene) Verdunstung größer ist, als die (mit Pluviometern gemessene) Regenmenge; demnächst erkennen wir eine große Verschiedenheit, eine sehr erhebliche Steigerung des Verdunstungs-Ueberschusses; er beträgt in Berlin nur 118%, in Marseille 450% der Regenmenge!

Es nimmt uns Wunder, daß Nowak diese sonderbaren Ergebnisse nicht beachtet oder doch nicht im Interesse seiner Theorie verwerthet hat. Wenn er schon aus überaus kärglichen und unbestimmten Daten die Folgerung zu ziehen den Muth hatte, daß die Oceane weitaus nicht so viel Wasser durch Verdunstung los

werden, als atmosphärische Niederschläge und Flüsse ihnen zuführen, und bei ihnen daher noch eine anderweitige Abgabe und zwar an das Erdinnere angenommen werden müsse, so hätte er auf Grund von Zahlen, wie wir sie eben zusammengestellt haben, mit noch größerer Zuversicht behaupten können, die Kontinente gäben auf Verdunstung mehr aus, als sie aus der Atmosphäre vereinnahmen, müßten also, um die Bilanz herzustellen, nothwendig noch einen anderweitigen Zuschuß erhalten, der dann doch nur aus dem Erdinnern aufsteigender Wasserdampf sein könnte. Wenn die Theorie des untern Kreislaufs ihre Richtigkeit hätte, so würde das aus der Tiefe in Dampfform aufsteigende Wasser sich in verschiedenen Tiefen kondensiren, unterirdische Meere, Ströme und zu Tage tretende Quellen bilden; es würde aber begreiflicher Weise immer noch ein Quantum Wasserdampf übrig bleiben, das durch die Porosität der oberen Erdrinde in die Atmosphäre gelangen könnte. Für dieses Quantum hätten wir ja nun aber eine treffliche Verwendung gefunden, wenn es wahr ist, daß mehr Wasser durch Verdunstung die feste Erdoberfläche verläßt als die Hydrometeore ihr ersetzen können. Daß in der eben charakterisirten Weise Wasserdampf, von unten genährt, aus der Erde in die Atmosphäre gelange — diese Annahme ist ein Bestandtheil von Nowaks Theorie. Er ist der Ansicht „daß man bisher zum größten Nachtheile der Meteorologie einen den beiden andern schon bekannten Witterungsfaktoren — dem Winde und der Sonneneinwirkung — an Wichtigkeit durchaus nicht nachstehenden dritten Hauptfaktor völlig übersehen und unberücksichtigt gelassen habe, nämlich den großartigen Zuschuß an atmosphärischer Feuchtigkeit von Seite der in unsere Atmosphäre (in wechselnder Menge) gelangenden tellurischen Wasserdampf-Emanationen." Als Zeugnisse solcher Zufuhr erinnert er an die oft genug aus Bergschluchten, mitunter ziemlich plötzlich sich emporträngenden Nebelmassen, an die um Bergesgipfel vor Witterungsveränderungen sich zeigenden Umwölkungen, Mützen, Hauben, Kappen, Hüte u. s. w.

Diese Phänomene ließen sich nun freilich als Niederschläge aus der Atmosphäre genügend erklären; aber wie ist das in Zahlen fixirte Ergebniß unschädlich zu machen, daß auf dem festen Theile der Erdoberfläche, die Verdunstung erheblich größer ist als die Regenmenge?

Wir müssen entweder den Verdunstungs-Ueberschuß für

erwiesen erachten, oder leugnen, daß dieser Beweis erbracht sei. Wenn wir uns für das Erstere erklären, so haben wir damit ein Argument zu Gunsten der Nowak'schen Theorie eingeräumt, das wir — offen gestanden — nicht zu widerlegen wüßten. Wir geben dann zu, daß die Erde die Differenz zwischen Verdunstungsmenge und Menge des atmosphärischen Niederschlages deckt. Daß das zu dieser Deckung erforderliche Wasser im Erdinnern etwa neu bereitet werden sollte, erscheint nicht glaublich, denn es müßte dann wieder irgend ein Ort nachgewiesen werden, wo Wasser wieder vernichtet wird, oder es müßte des Wassers unausgesetzt mehr werden, was Niemand wird annehmen wollen. Also bliebe wohl nichts übrig, als Nowaks Theorie der Meerwasser-Einsickerung zur Speisung der Erdausdünstung! Wem dagegen nach Allem, was bisher erwogen und nachgewiesen worden, die „bisherige" Theorie des oberen Kreislaufes doch besser gefällt als die von Nowak ausgebildete des unteren Kreislaufs, der wird jene Regen- und Verdunstungsmesser-Ergebnisse, die alle diese Zweifel verschuldet haben, selbst anzweifeln müssen.

Dazu geben schon die wenigen Zahlen, die uns überhaupt zu Gebote stehen, Gelegenheit. Es erscheint sonderbar, daß Marseille eine erheblich stärkere Verdunstung haben soll als Rom, während doch seine mittlere Jahrestemperatur eine niedrigere ist (+ 14,1° C. gegen + 15,9° C.); für Berlin sind 70,38cm. Verdunstungshöhe angegeben und für Manchester, das fast dieselbe mittlere Temperatur hat (+ 9,4° C. gegen + 9,0° C.) 112,34cm., für das durchschnittlich kältere Augsburg (+ 8,2° C.) sogar 162,69cm., für das gleichtemperirte Breslau (+ 8,3° C.) dagegen das überaus niedrige Maß von nur 40,06cm.. Hiernach darf man es wohl fraglich finden, ob man diese Atmidometer-Angaben, die noch dazu nicht das Resultat langjähriger Beobachtung sind, als der Wirklichkeit entsprechend ansehen darf.

Hier könnte eingeworfen wären, daß, wenn die einzelnen Beobachtungen auch ungenau sein sollten, die Ungenauigkeiten doch wohl nach beiden Seiten liegen d. h. die Angaben bald zu klein bald zu groß sein möchten, und daß es doch auffällig und beachtenswerth bliebe, daß in den zur Vergleichung gestellten Fällen immer die Verdunstungsmenge der Regenmenge überträfe.

Diesem Einwurfe ist mit dem Hinweise darauf zu begegnen, wie die beiderseitigen Meßinstrumente functioniren. Der Verdunstungsmesser mißt einen Verlust, etwaige Nebenverluste (z. B. die Benetzung der Gefäßwände bei sinkendem Wasserspiegel der Verdunstungsschale; Ueberschlagen von Wasser über den Rand bei heftigen Windstößen, das Trinken und Baden von Vögeln 2c.) influiren zusätzlich auf das Resultat; der Regenmesser dagegen mißt einen Zugang; Nebenverluste der oben bezeichneten Art influiren abzüglich auf das Resultat. Außerdem ist der Regenmesser (wie schon bei andrer Gelegenheit, Absatz 19 bemerkt) nur allenfalls für den eigentlichen Regen zuverlässig; Schnee und Hagel würden nur indirekt registrirt; Nebel und Thau bleiben so gut wie ganz unberücksichtigt.

Nach alle dem scheint die Behauptung gerechtfertigt, daß die Regenmesser durchaus nicht in gleicher Vollständigkeit den hydrometeorischen Gesammtniederschlag messen, als dies durch die Atmidometer bezüglich der Verdunstung geschieht.

Von großer Bedeutung ist der Umstand, daß beide Arten von Beobachtungs-Apparaten zur Zeit noch in viel zu geringer Zahl vorhanden und zu wenig gleichmäßig vertheilt sind — schon bezüglich des, nur das reichliche Viertel der Erdoberfläche betragenden, festen Bodens, geschweige der andern oceanbedeckten drei Viertel.

Bevor die Meteorologie, speciell Hydrologie, berechtigt erachtet werden kann, über den Kreislauf des Wassers (ob unserer „oberer" oder Nowaks „unterer" oder eine Combination von beiden) ein entscheidendes Wort zu sprechen, wird sie mehrere Werthe ermitteln müssen, die wir noch einmal zusammenfassend betrachten wollen.

Es handelt sich um die in Bewegung gesetzten Wassermengen während eines längeren Zeitraums — mindestens eines Jahres.*) Wir bezeichnen — der Kürze wegen — durch

Nm die Summe des auf die Gesammtoberfläche stehender Gewässer fallenden atmosphärischen Niederschlages;

*) Man müßte wohl eigentlich eine längere Beobachtungszeit in Anspruch nehmen, z. B. eine „Sonnenflecken-Periode", wenn sich bestätigt, was jetzt aufgestellt wird, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Sonnenflecken-Menge und Regenreichthum besteht.

Nf den entsprechenden Niederschlag des Festlandes;

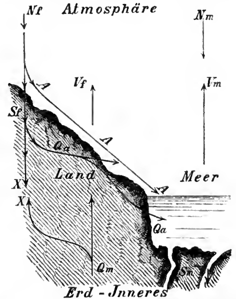
Vm das Verdunstungsquantum der Meere;

Vf dasjenige des Festlandes;

A die Summe des in oberirdischen Wasserläufen direkt abgeführten Wassers;

Sf die Summe des eingesickerten Wassers des Festlandes;

Sm das nach Nowaks Theorie anzunehmende aus den Meeren in das Erdinnere übertretende Wasser;



Schematische Darstellung von Kreisläufen des Wassers.

Qa die Summe des Quellwassers, das entweder sich noch auf dem Festlande mit A vereinigt oder direkt unter dem Wasserspiegel der Meere und Seen mit diesen;

Qm das nach Nowaks Theorie aus dem Erdinnern aufsteigende quellenbildende Wasser;

X ein Wasserquantum, welches, aus dem Kreislaufe des Wassers ausscheidend, im Erdinnern verbleibt — sei es, daß es als ein Antheil von Sf oder von Sm (resp. Qm) dahin gelangt wäre.

Sollte die Theorie des oberen Kreislaufs strikt aufrecht

erhalten werden, d. h. die Behauptung, daß die Summe des circulirenden Wassers unverändert dieselbe bleibt, so müßte Sm = 0, Qm = 0, X = 0, demnach Sf = Qa sein.

Es müßte ferner sein:

1) Nm + Nf = Vm + Vf; aber auch
2) Nf = Vf + A + Sf = Vf + A + Qa oder
3) Vf = Nf — (A + Qa); dagegen
4) Vm = Nm + (A + Qa)

Wenn sich dagegen herausstellen sollte, daß

5) Vm < Nm + (A + Qa) so müßten wir uns zu Nowaks Theorie bekennen und Sm einen positiven Werth zugestehn. Ebenso würde das Ergebniß:

6) Vf > Nf — (A + Qa)

uns für jene Theorie und für das Zugeständniß eines positiven Werthes von Qm stimmen.

Wie wir gesehen, glaubt Nowak das Zutreffende des Ausdrucks 5) höchst wahrscheinlich gemacht zu haben und wir selbst haben nachgewiesen, daß die zur Zeit bekannten Beobachtungszahlen für das Zutreffende des Ausdrucks 6) sprechen.

Wären die präsumtiven Werthe Sm und Qm gleich, so bliebe X = 0 und der „untere Kreislauf" würde ohne Verlust arbeiten. Keins der bekannten und von Nowak behandelten Probleme nöthigt uns, dem X einen positiven Werth zuzugestehen. Die Abflüsse des todten und kaspischen Meeres z. B. steckten in dem Werthe Sm.

In der Vertheidigung der Theorie des oberen Kreislaufs haben wir dagegen bei den letzterwähnten beiden Beispielen (Absatz 32 und 33) uns nicht anders helfen können als mit dem Zugeständnisse eines positiven Werthes für X, also eines definitiven Verlustes, einer steten Verminderung des Betriebskapitals an Wasser, mit dem die Erde arbeitet.

Dieser Umstand braucht uns nicht irre zu machen. Denn erstens ist der präsumtive Verlust ein gewiß nur sehr kleiner Procentsatz des in Umlauf befindlichen Gesammtbetrages und zweitens — ist eine langsame allmälige Kapitalsabnahme durchaus nicht undenkbar. Im Gegentheile — es behaupten bereits manche Autoritäten, der Wassergehalt der Ströme sei im Abnehmen!

Wem gleichwohl diese Annahme nicht zusagen sollte, dem bliebe als Auskunftsmittel eine Art von Compromiß mit der

Theorie des unteren Kreislaufs oder richtiger eine kleine Anleihe bei derselben.

Er müßte annehmen, daß, wenn einerseits ein Quantum Wasser = X versinkt, andrerseits ein Quantum Wasser = Qm aus dem heißen Erdinnern durch Ausdünstung in die Atmosphäre gelangt. Die Unveränderlichkeit des Bestandes an circulirendem Wasser wäre gewahrt, wenn Qm = X. — Es wäre dann

$$Nf = (Vf + Qm) + A + (Sf - X) = (Vf + X) + A + (Sf - X) = Vf + A + Sf$$

wie oben in der Formel 2).

Der in mathematische Form gebrachte Nachweis, welche Werthbestimmungen wir von der Hydro-Meteorologie verlangen, wie umfassende, schwierige Aufgaben wir ihr stellen — wird wohl in jedem Unbefangenen die Ueberzeugung hervorrufen, daß die Wissenschaft noch sehr weit davon entfernt ist, diesen Anforderungen zu entsprechen, und daß wir daher vorläufig an unsrer bisherigen, in allem Uebrigen so ansprechende und befriedigende Erklärungen der Quellen-Phänomene gewährenden Theorie noch nicht irre zu werden brauchen, wenn auch einige Beobachtungen der noch so jungen Wissenschaft gegen dieselben zu sprechen scheinen.

IV. Abnorme Quellen-Phänomene.

37.

Nowak behandelt zuletzt noch diejenigen abnormen Quellen-Phänomene, bei denen Quantitätsschwankungen, bald in regelmäßiger Periodicität, bald unregelmäßig stattfinden; auch solche die zu dem Luftdruck, wie ihn das Barometer markirt, oder zu der elektrischen Spannung der Atmosphäre in einem Abhängigkeitsverhältnisse zu stehen scheinen.

Wir erinnern zunächst daran, daß wir im Laufe der vorstehenden Erörterungen mehrfach zugegeben haben, daß gewisse Probleme in den Rahmen der „bisherigen" Theorie nicht passen. Freilich auch nicht passen sollen; daß dieses Nichtpassen keine Unzulänglichkeit der Theorie bedeutet, kein Argument gegen ihre Glaubwürdigkeit ist. Dahin gehört vor Allem die Einräumung, daß auch die vulkanischen Kräfte, die in der Erde von innen heraus wirken, in die Wasserbewegung eingreifen, dieselbe ergänzend, fördernd und modificirend (wie bei den heilkräftigen Thermen),

oder auch sie vielleicht allein hervorrufend (wie bei den Geisern oder den Grubenwassern der hochgelegenen peruanischen und mexikanischen Minen). Auch der treueste Anhänger der Theorie des oberen Kreislaufs oder der „drückenden Wassersäulen" wird kein Bedenken tragen, innererdischen Dampfdruck da zu präsumiren, wo diese Annahme das vorliegende Phänomen leichter erklärt.

Wir wählen zur Erläuterung dieses Ausspruchs einen Fall, den Nowak in seinem letzten Abschnitt unter den intermittirenden Quellen aufführt. Fournet berichtet (im 8. Theile der Memoiren der Lyoner Akademie der Wissenschaften 2c. 1858) über verschiedene merkwürdige, südfranzösische, intermittirende Quellen. Darunter über die von Groin. Es befindet sich hier im Terrain ein Trichter von 13^{m} Durchmesser mit einer Oeffnung in der Sohle. In unregelmäßigen Zeitintervallen wird zunächst ein Geräusch im Felsgeklüft hörbar, dann steigt plötzlich das Wasser durch die Sohlenöffnung sprudelnd empor und füllt das Bassin, oft bis zum Ueberlaufen. Bisweilen dauern die Eruptionen nur kurze Zeit und wiederholen sich in einer Stunde mehrmals; bisweilen füllt sich das Becken und das Wasser bleibt in Ruhe bis zu 12 Tagen stehn; bisweilen ergießt sich die Quelle durch mehrere folgende Tage.

Nur genaue Kenntniß von den Reliefverhältnissen der Umgebung würde zu einer Entscheidung befähigen, ob hier die Annahme drückender Wassersäulen als Agens statthaft ist oder nicht. Im Bejahungsfalle ließe sich das Phänomen durch einen starken Kaliberwechsel des Zuleitungskanals erklären, wonach mitunter — wie das ja im Kleinen bei Rohrleitungen passirt — Luftblasen sich bilden, die an einer besonders engen Stelle zeitweise den Wasserfortgang hindern. In Folge dessen füllt sich eine dahinter gelegene Weitung, sperrt dabei eine größere Quantität Luft ab, komprimirt diese, wie in einem Windkessel, und da die Kompression durch den beständigen Wassernachschub beständig zunimmt, muß in irgend einem Momente die Reaction erfolgen; der elastische Gegendruck der komprimirten Luft gewinnt das Uebergewicht und schleudert das durch die kleinere Luftblase in der Rohrenge bis dahin gestaut gewesene Wasser, jenes Hinderniß überwindend, schußartig vorwärts. So erklären sich die Inter-

missionen, ihr unregelmäßiges Auftreten und das vorhergehende Geräusch.

Sollte sich aber eine „drückende Wassersäule" nicht nachweisen lassen .... nun, so geben wir das in Rede stehende Quellen-Phänomen aus der Beispiel-Sammlung der „bisherigen" Theorie willig heraus und überlassen es dem Ressort der vulkanischen Thätigkeit. Dann wird Absperrung durch Dampf, Dampfspannung bis zur Grenze, plötzliche Condensation, Vacuum, Eindringen von Wasser in dasselbe, neuer Dampfnachschub u. s. w. das Phänomen zu erklären versuchen müssen.

Wir können aber nicht umhin, zu gestehen, daß uns die Vorstellung eines natürlichen Dampfapparates schwer fällt, während in der eines natürlichen hydraulischen gar keine Schwierigkeit liegt.

Zu letzterem bedürfen wir nur Röhren von verschiedenem Kaliber, Reservoirs mit Zu- und Ableitungen, allenfalls geschlossene Hohlräume, die als Windkessel fungiren, communicirende Röhren, sogenannte umgekehrte Heber und — wie das nächst zu erörternde Quellen-Phänomen zeigen wird — den eigentlichen Heber.

Alle diese hydraulischen Apparate sind in der Form so einfach, daß ihr gelegentliches natürliches Vorkommen durchaus nichts Unwahrscheinliches hat. Was aber die Hauptsache ist — diese Apparate haben keine beweglichen Theile; einmal hergestellt, functioniren sie, so lange sie bestehen; Luft und Wasser, den einfachsten physikalischen Bedingungen ihrer Existenz — Schwere, Gewichtsdifferenz, Elasticität — folgend, setzen und erhalten sie in Thätigkeit.

Wieviel complicirter sind dagegen die Dampfapparate, und namentlich — wie wenig läßt sich hier anstellen ohne bewegliche Theile! Immer wieder kommt es darauf hinaus, den Dampf einzulassen und abzusperren, zu expandiren, zu condensiren!

Wer das Wasser der Quellen nicht aus der Atmosphäre, sondern aus dem Erdinneren ableitet, muß es heben. Er wird zwar in vielen Fällen den Dampf als solchen aus eigener Kraft aufsteigen, sich dann condensiren und als Wasser in geneigten Canälen abrinnen lassen können; aber in anderen Fällen, z. B. bei der eben besprochenen Quelle von Groin, bei Thermen, wie dem Teplitzer und dem Karlsbader Sprudel, muß er doch durchaus eine Wassersäule heben. Unsere ausgebildete Technik hat noch

keinen Apparat construirt, der das ohne Saug- und Druck-Ventile vermöchte! Und Ventile in natürlichen Apparaten — nicht nur ursprünglich hergestellt, sondern dauernd correct functionirend sich zu denken — das dünkt uns eine starke Inanspruchnahme der Phantasie.

38.

Ein interessantes Phänomen abnormer Quellen sind die Mai- oder Frühlingsbrunnen, die in der bezeichneten Zeit des Jahres zu fließen beginnen und bei Beginn des Herbstes versiegen. Nowak führt eine Reihe von Beispielen an. Eine specielle Erklärung für dieses Phänomen giebt er nicht. Die unserige ist folgende:

Irgendwo im Berge befindet sich eine Höhle, die als Vorrathsraum, als Cisterne dient. Dieselbe erhält ihren Zufluß direct oder indirect durch das Sickerwasser eines gewissen Gebietes, also viel bei regnerischer, wenig bei trockener Witterung. Der Abzugscanal der natürlichen Cisterne ist nach oben gekrümmt, also ein Heber, d. h. er setzt ziemlich dicht über dem Boden der Cisterne an, geht aufwärts, biegt (etwas unter dem Niveau des höchsten Wasserstandes der Cisterne) um und geht nach unten; der absteigende Ast muß unter dem Niveau der Eintrittsöffnung münden. Im Laufe des Winters ist die Cisterne leer oder nur zum Theil gefüllt, jedenfalls nicht bis zur Scheitelhöhe des Hebers; in gleichem Niveau steht das Wasser in dem aufsteigenden Aste desselben. Welcher Betrag an Wasser auch inzwischen einsickern, wie hoch es in der Cisterne steigen mag — es tritt nichts in den absteigenden Ast des Hebers über — die Quelle rinnt nicht. Jetzt beginnt die Schneeschmelze; die Zufuhr steigert sich; bald erreicht der Wasserstand das Niveau des Scheitelpunktes des Hebers — die Quelle beginnt zu fließen. Sie fließt — nach dem bekannten Gesetze des Hebers — ununterbrochen, so lange der Wasserstand im Bassin noch nicht bis zur Eintrittsöffnung des kurzen Heberschenkels gesunken ist — gleichviel ob die Cisterne inzwischen Zufuhr erhält oder nicht. Sie erhält aber solche durch die Sommerregen, wenn auch in Intervallen; die Cisterne behält daher — wenn auch bei wechselndem Inhalte — Wasser genug, um das Fließen stetig zu unterhalten. Aber im Herbst ist sie entleert; eines Tages sinkt der Wasserspiegel unter das Niveau der

Eintrittsöffnung, es schlüpft Luft hinein, der Wasserstrang im Heber reißt ab, die Quelle versiegt. Mag es nun ferner regnen, schneien, thauen — es füllt sich nur langsam die Cisterne wieder, aber nicht bis zum Niveau des Heberscheitels, und die Quelle erscheint nicht wieder, bis im nächsten Frühjahr das Wechselspiel von neuem beginnt. Es kommt nur darauf an, daß jährliche Regenmenge, Speisungs-Auffanggebiet, Größe der Höhle und Weite des Abzugscanals in passendem Verhältniß stehen, damit der geschilderte Rhythmus zwischen Rinnen und Versiegen recht auffallend und gleichmäßig sich herausstellt. Wenn die Verhältnisse etwas andere sind, z. B. die Cisterne mehr hoch als breit und lang, so kann es sich fügen, daß sie nicht ganz versiegt, aber wegen des erheblich wechselnden hydrostatischen Drucks, entsprechend dem wechselnden Wasserstande in der Cisterne, abwechselnd stark und schwach fließt. Andere Aenderungen des Rhythmus werden eintreten, wenn die Hohlräume so disponirt sind, daß die Cisterne zugleich als Windkessel fungirt.

Durch einen derartigen hydraulischen Apparat erklärt sich das von Nowak (pag. 208) citirte Räthsel der fontaine binale von Viroy (Departement der Haute-Saône), die regelmäßig zweimal im Jahre fließt (wahrscheinlich zufolge des Wintervorraths und nach einer frühsommerlichen Regenperiode). „Oft giebt sie im Sommer, gerade wenn andere Quellen versiegen" (also wahrscheinlich im heißen Hochsommer) „eine so reichliche Menge Wasser, daß sie einen mächtigen Bach bildet, und verschwindet wieder im Winter, wo andere Wasseradern anschwellen."

Auch die in Languedoc vorkommenden „estavelles" mögen ein Phänomen der in Rede stehenden Art sein: In der Nachbarschaft einer gewöhnlichen Quelle giebt es eine oder auch zwei andere nur zeitweise fließende. „Gewöhnlich findet deren Ergießung zur Zeit anhaltenden starken Regens statt" (dann haben sie ohne Zweifel den Charakter des „Regulators" eines Sammelbassins, des „Regenauslasses" einer Canalisation; sie liegen in einer gewissen Höhe der Cisterne und functioniren als Ueberfälle, nur wenn diese Höhe erreicht ist); „aber auch manchmal ohne gleichzeitige starke Niederschläge" (dann werden in einer früheren Periode starke Niederschläge stattgefunden haben, und das unterirdische Wasser braucht nur längere Zeit, um seinen Weg bis zur Cisterne zu machen.)

39.

Nowak rechnet zu dem Phänomen der von der oberirdischen Witterung anscheinend unabhängigen Quantitäts-Schwankungen auch die des Grundwassers. Er kann nur das Seihwasser oder Höhen-Grundwasser meinen, denn das Thal-Grundwasser hängt direct von den Fluß-Wasserständen ab. Die Beobachtung, daß im Allgemeinen im Sommer, der regenreicheren Jahreszeit, das Grundwasser höher steht als im Winter — kann er nicht läugnen; er beanstandet aber doch den scheinbar handgreiflichen Zusammenhang, weil einige Beobachtungen ergeben haben, daß von mehreren verglichenen Jahren nicht gerade das regenreichste auch den höchsten Grundwasserstand gehabt hat. Also — folgert er — kann das Grundwasser doch unmöglich allein aus der Atmosphäre stammen, sondern muß Zuschuß von unten her erhalten. Dergleichen Bemängelungen machen den Eindruck des Gesuchten. Man kann ihm erwidern: Der regenreichste der verglichenen Sommer wird wohl zwischen den Regentagen auch sehr heiße gehabt und die Verdunstung begünstigt haben! Wir erinnern ferner an die oben — Absatz 26 — eingehend behandelte Entstehung des Seihwassers: wie abwechselnd die oberste Schale des Terrains feucht, der Boden darunter aber trocken; zu anderen Zeiten die oberste Schale trocken, über dem Untergrunde aber Wasser angesammelt ist. Zum Versickern von Tage bis auf den Untergrund (der ja nicht selten 6m., ja 10m. tief liegt) braucht das Wasser Zeit, während es als Regen in ganz anders beschleunigtem Tempo fällt und abfließt. Von einem äußerst heftigen Gewitterregen, ja Wolkenbruche, der für die „Regenhöhe" des Jahres einen sehr merklichen Beitrag liefert, gelangt leichtlich gar nichts bis zum Grundwasser, denn schnell ist die oberste Bodenschale wassergesättigt und der fortströmende Regen, der den Regenmesser höher und höher füllt, läuft übrigens oberirdisch ab.

Es beunruhigt uns daher gar nicht, wenn selbst Pettenkofer („einer der hervorragendsten Vertreter der bisher florirenden Quellentheorie", wie ihn Nowak nennt) diese seine Theorie unfreiwillig angeblich selbst kompromittirt, indem er,*) „gestützt auf die

*) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrgang 1862. Band 1.

Vergleichung mehrjähriger Messungen der zu München vorgekommenen Regenmengen und Grundwasserstände" sich dahin ausspricht, „daß eine Uebereinstimmung dieser beiden, wie man sie doch mit aller Wahrscheinlichkeit erwartet hatte, keineswegs und wenigstens nicht in dem Grade beobachtet worden ist, um die Schwankungen des Grundwasserstandes als von den Schwankungen der Regenmenge abhängig ansehen zu dürfen."

Das räthselhafte Ergebniß beruht nach unserer Meinung auf einer falschen Beobachtung; es ist dem Umstande nicht Rechnung getragen, daß der Regen auf den Regenmesser direkt, auf den Grundwasserstand indirekt wirkt; daß ferner — wie auch der Regen im Einzelnen fällt, der Regenmesser die Regenmenge des Jahres ganz gleichartig summirt, während das Wie des Regnens von sehr erheblichem Einfluß auf das Verhältniß ist, in dem das im Regenwasser voll gemessene Regen-Quantum auf Einsickern (also Grundwasserbildung) und oberirdischen Ablauf vertheilt wird.

40.

Einen besonderen Charakter von Periodicität haben die Hungerquellen oder Theuerungsbrunnen. Sie erscheinen wie die Maibrunnen, aber nicht regelmäßig, alljährlich. Ein alter Bauernglaube prophezeit einen nassen Sommer, wenn sie auftreten; Mißwachs, wenn sie reichlich und lange (bis Juli) fließen; ihr Ausbleiben gilt als Anzeichen eines guten Jahres. Sie finden sich vorzugsweise auf nassen Gründen, d. h. wo die oberste, durchlässige Deckschicht von geringer Dicke ist; der Untergrund, die erste dichte, das Sickerwasser stauende Formation also nahe unter der Oberfläche liegt. Man findet diese Formation nicht selten unter — obenhin betrachtet — tiefem dürren Sande, durch den der Fußgänger mühsam watet. Gleichwohl ist die Grenze der Anfeuchtung sehr nahe unter ihm; sie hebt sich schnell bei anhaltenden Niederschlägen, und wo etwa der Sand eine kaum merkliche, flach eingesenkte Vertiefung bildet, da zeigt sich bald etwas Graswuchs oder Binsen, und unter Umständen bildet sich ein kleiner Tümpel. Dies ist nichts anderes als der hier sichtbar gewordene Horizont des im Uebrigen unter dem dürren Sande noch unsichtbaren Seihwassers oder — wie es meist genannt wird — Grundwassers. Bildet die Senkung der Oberfläche wie des Untergrundes

eine Mulde statt des Kessels, so ist das Seihwasser ja überhaupt in langsamer Bewegung und das zu Tage herausgetretene gestaltet sich zum Rinnsal und Bächlein — bis der „Grundwasserspiegel" sich senkt, und das ganze Phänomen sich unter die sichtbare Oberfläche zurückzieht. „Nasse" Wiesen sind solche, bei denen das darunter befindliche Seihwasser oft bis dicht unter die Rasennarbe von wenigen Centimetern Dicke steigt. Da diese infolge ihrer filzigen Structur dem aufdringenden Wasser eine Weile Widerstand zu leisten vermag, so erscheint das endliche Platzen an der tiefsten Stelle um so plötzlicher und das Auftreten einer „Quelle" um so auffälliger. Derartige Quellen springen in entsprechendem Terrain jährlich zu tausenden auf; daß nur einzelne zu einer gewissen Berühmtheit gekommen sind, kann ganz zufällig sein. Irgend ein besonders sinniger, naturbeobachtender, Wetteranzeigen studirender Hirt oder Jäger, empirischer Meteorolog hat zuerst einen gewissen Zusammenhang zwischen der periodischen Quelle und der nachmaligen Witterung wahrgenommen, und die Tradition von Geschlecht zu Geschlecht hat daraus eine lokale „Bauernregel" gemacht. Dabei kann nachmals die Prophezeiung ebensogut versagen wie in Erfüllung gehen — die einmal zur Anerkennung gekommene Regel wird geglaubt und von Vater auf Sohn weiter vererbt. Wenn das Erscheinen solcher Quellen nichts ist als der Ausdruck höchsten Seihwasserstandes, so ist damit erklärt, daß das Auftreten der Quelle und übermäßiges, ungesundes Naßhalten der Wurzelregion zusammenfallen. Die Vegetation wird daher in dieser Jahreszeit krankhaft inficirt, was sich nachmals im mangelhaften Ertrage, ja im Mißwachs — wenn die Quelle lange fließt, weil der hohe Grundwasserstand lange anhält — aussprechen wird. Sollte es sich ferner auch noch bestätigen, daß es nachmals im Sommer viel regnet, so ist auch dies unschwer aus der Uebersättigung des Bodens und dementsprechender starker Verdunstung abzuleiten, der dann die gleiche Energie in Gewitterbildung und Regen entspricht.

Das voluminöseste Beispiel des Phänomens der Hungerquelle ist der Tschirknizer See, jener sonderbare Quellensammler in dem siebartig durchlöcherten Kalkstein des Karst, unweit der Adelsberger Tropfsteinhöhle, der verschwindenden und wiedererscheinenden Flüsse. Auch dessen Anwohner sehen es gern, wenn er trocken läuft, da sie sich dann ein trocknes, warmes Jahr versprechen.

Natürlich! — sein Ablaufen prophezeit nichts; es ist bloß das äußerlich sichtbare Zeichen, daß wenig Feuchtigkeit in den obersten Schichten vorräthig ist. Daß also wenig zum Verdunsten da ist, sich also wenig lokale Veranlassung zur Regenbildung vorfindet, ist eine naheliegende Schlußfolgerung; die Prophezeiung ist nichts als ein Aussprechen der wahrscheinlichen künftigen Wirkung einer gegenwärtig wahrnehmbaren Ursache.

41.

Nowaks Ansicht über die Ursache des Phänomens der Hungerquellen finden wir zwar in seiner Schrift nicht direkt in Worte gefaßt, wir glauben sie aber zu treffen, wenn wir sie dahin fassen: In der großen Werkstatt des tellurischen Hohlraums wechseln die Dampfspannungen aus allerlei kosmischen (Mond- und Sonnen-Anziehung) und tellurischen Gründen (chemische und galvano-elektrische Processe). Bei starker Spannung an irgend einem Orte wird das Wasser der Tiefe mit größerer Energie aufwärts gefördert. Diese Zufuhr trifft dem Ort und der Zeit nach zuerst auf die Region der Quellen und des Grundwassers, und die Wirkung auf sie wird dem Menschen zuerst wahrnehmbar; erst später tritt diese verstärkte Zufuhr in die Atmosphäre über und vollendet ihre Aufgabe als Verdunstung und Niederschlag.

Wir müssen sagen: Wenn die Theorie des unteren Kreislaufes bereits anerkannt wäre, so würde diese Folgerung durchaus logisch sein; aber eine Begründung, ein Beweisstück für die Richtigkeit der Theorie können wir darin nicht erkennen; um so weniger zwingend ist uns jene Annahme, als auch in der „bisherigen", in so vielen anderen Problemen bewährt gefundenen, Theorie eine ungezwungene Erklärung des fraglichen Phänomens sich bietet.

42.

Durch vielfache Beobachtungen, die bis auf Plinius zurückreichen, ist bei gewissen Quellen und Brunnen eine stundenweise resp. mond-monatliche Hebung und Senkung des Wasserspiegels festgestellt, deren Rhythmus demjenigen der Tiden (Gezeiten) des Meeres entspricht.

Daß auch das Meer, soweit das angrenzende Ufer aus durchlässigen Bodenarten besteht, ein Grundwasser erzeugen muß, ist

selbstverständlich, und, wie das eigentliche oder Thalgrundwasser der Flüsse mit deren das Jahr über schwankenden Wasserständen Schritt hält, so wird auch das Meeres-Grundwasser dem regelmäßigen täglichen Fluthen und Ebben des offnen Wassers entsprechen müssen. Diese Erklärung kann aber auf den ersten Blick nur bei denjenigen Brunnen befriedigen, die noch mehr oder weniger salzhaltiges Wasser geben. Das Phänomen zeigt sich aber auch bei in der Nähe des Meeres gelegnen Süßwasserbrunnen. Dasselbe hier zu begreifen scheint folgende Erwägung geeignet:

Wenn man an irgend einem Orte das geognostische Querprofil eines Flußthales betrachtet, so wird sich sehr oft eine abwässernde (sogenannte undurchläffige) Schicht markiren, die, mehr oder weniger der Profillinie der sichtbaren Oberfläche ähnlich, der Fußthalsohle entsprechend, am tiefsten eingesenkt ist und landein beiderseits ansteigt. Auf diesen schiefen Ebenen wird beiderseits das Seihwasser oder Höhen-Grundwasser ruhen oder, richtiger ausgedrückt, fließen, bis es sich mit dem im Niveau des offnen Flußwassers stehenden Thalgrundwasser verbindet. In gleicher Weise werden Vertikaldurchschnitte am Meeresufer häufig abwässernde Schichten aufweisen, die unter Wasser in die See auslaufen. Ueber denselben wird sich ein gleichfalls geneigtes also in Bewegung befindliches Seihwasser, ein unterirdischer Süßwasserstrom erzeugen. Dieser mündet also unterirdisch ebenso in das Meeresgrundwasser, wie zu Tage der offene Strom in das offene Meer mündet. Bei der oberirdischen Vereinigung geht selbstverständlich das Süßwasser nicht in irgend einer Vertikalebene plötzlich in Salzwasser über, vielmehr entsteht eine Zone allmäliger Ausgleichung des Salzgehaltes. Andererseits wirkt bekanntlich die Fluth des Meeres aufstauend auf den Fluß und zwar meistens weiter stromauf als das Versalzen des Flußwassers durch das Seewasser reicht. Die Nordseefluth z. B. macht sich an der Elbe und Weser rund 130km. weit landein geltend, aber Salzgehalt verrathen hier die Flüsse — wenigstens durch den Geschmack — nicht mehr. Das Gleiche wird unterirdisch der Fall sein. Hier ist die Uebergangszone sogar wahrscheinlich erheblich geringer, weil das landeindrängende, grundwasserstauende Seewasser filtrirende Schichten passirt. Dazu kommt noch der Umstand, daß das Land-Grundwasser sich eigentlich bewegen will und daß ihm jeder Brunnen Gelegenheit giebt, der

sich entgegenstemmenden, stauenden Wirkung des Meer-Grundwassers nach oben hin auszuweichen. Daß aber bewegtes Süßwasser, der Versalzung erheblich größeren Widerstand leistet, als ruhendes lehrt der Augenschein an den oberirdischen Flußmündungen. Hier sieht man unter günstigen Verhältnissen, bisweilen noch in überraschendem Abstande vom Ufer, beide Wasser, das durch seine Sinkstoffe bräunlich gefärbte des Flusses und das klare, grüne des Meeres linear scharf von einander abgesetzt.

43.

Es verdient endlich noch der Umstand Beachtung, daß Seewasser specifisch schwerer ist als das süße, so daß unter günstigen Umständen letzteres schichtweise über ersterem steht. Man findet bisweilen in sandigen Buchten nach starken Niederschlägen, daß sich in Gruben, die man im Sande aushöhlt, süßes Wasser sammelt, gräbt man tiefer, so stößt man auf das salzige. Es kann sich dem entsprechend gelegentlich wohl ereignen, daß der Süßwasser-Zuzug eines Brunnens sich unvermischt auf dem salzigen Meeres-Grundwasser fortschiebt und beim Steigen des letzteren mit emporgehoben wird.

Es werden Ebbe- und Fluth-Erscheinungen auch von solchen Quellen — vorzugsweise artesischen Brunnen — berichtet, deren Entfernung vom Meere den eben erörterten Zusammenhang auszuschließen scheint. Derartige Fälle zu konstatiren ist zunächst nicht leicht. Quellen und Brunnen sind ja doch vor allen Dingen da, um Wasser für den wirthschaftlichen Gebrauch zu liefern; sie müssen dieser ihrer Hauptbestimmung so lange entzogen werden, als man ihr natürliches Verhalten beobachten will, was im vorliegenden Falle doch mindestens einen Monat betragen würde. Dann bieten sich viele Brunnen nicht in dem Querschnitte ihres Zufuhrweges, sondern in dem viel größeren eines Kessels, einer Brunnenstube, eines Quellsammlers dem Beobachter dar. Der Effekt derartiger Anlagen (und ja auch der Zweck derselben) ist ein regulirender, ausgleichender, die einzelnen Pulsationen des Zuflusses verwischender.

Sollte die behauptete Thatsache gleichwohl als erwiesen gelten, so müßten wir sie uns folgendermaßen zu erklären: Alle gelungenen, dauernd ergiebigen artesischen Brunnen, sowie die auf gleichem hydrostatischen Princip beruhenden Springquelle können kaum ohne

ein großes unterirdisches Ausgleich-Reservoir gedacht werden. Bei vielen ist ein solches nachgewiesen; wir erinnern an die im Vorstehenden behandelten: das „unterirdische Meer" von Wad-Reag in Algerien; das Tiefland von Modena, die unterösterreichische Donaustrecke. Wenn nun der Mond, wie ja jetzt allgemein zugestanden, im offnen Meere Ebbe und Fluth macht, indem er auf 400 000km. Entfernung das Wasser ansaugt, dann reicht seine Kraft doch wohl noch durch einen halben oder ganzen Kilometer Erdrinde und zieht die unterirdischen Meere gleichfalls an, wie der Magnet durch ein Blatt Papier hindurch ungeschwächt Eisenfeilspähne anzieht.

Dieser Effekt müßte sich dann freilich bei allen Brunnen und Quellen der in Rede stehenden Art geltend machen, was doch durchaus noch nicht konstatirt ist! Gegen diesen Einwand kommen uns die Bedenken zu Hülfe, die wir kurz zuvor gegen die Verläßlichkeit der Behauptung aufgestellt haben, daß es Ebbe- und Fluth-Quellen gebe: Die Schwierigkeiten der Beobachtung, die uns an der Existenz des Phänomens zweifeln ließen, können anderseits, wenn dasselbe wirklich existirt, seine Erkenntniß in den meisten Fällen bis jetzt verhindert haben.

44.

Das letzte abnorme Quellen-Phänomen, das uns noch zu betrachten bleibt, ist das der wetterlaunigen Quellen, Wetterbrunnen. Die Beispiele, die Nowak aus vielen Schriften zusammenträgt, sind vorzugsweise Mineralwasser und Thermen, also aus großer Tiefe kommende Quellen. Manche werden ergiebiger, ergießen sich mit größerer Vehemenz, wenn Regen bevorsteht; manche entwickeln vor Regen, namentlich vor Gewittern, erheblich mehr Kohlensäure als gewöhnlich; eine verkündet durch Flockenwerfen Regen, selbst wenn das Barometer durch hohen Stand gutes Wetter prophezeit; eine andere gewinnt einen eigenartigen Geruch, wenn eine Aenderung des Wetters bevorsteht.

Dergleichen absonderliche Erscheinungen müssen wir einstweilen auf sich beruhen lassen. In jenen Potenzen, mit denen erst die Naturwissenschaft unserer Tage zu rechnen begonnen, von deren Zusammenhang sie Manches erkannt hat, Manches nur erst ahnt, im Erdmagnetismus und der Elektricität, im Vulkanismus, der ja möglicherweise nur eine dritte Erscheinungsform

desselben Grundprincips ist, in jener, einstweilen für uns noch einigermaßen mystischen Kette, wo

...Himmelskräfte auf und niedersteigen
und sich die goldnen Eimer reichen —

werden auch jene Quellen-Phänomene früher oder später ihre präcise wissenschaftliche Erklärung finden. Einstweilen sind sie für uns nur Kuriositäten. Aus der Theorie des oberen Kreislaufs sie erklären können wir nicht und wollen es auch nicht; wir vermuthen hier einen größeren, atmosphärisch-innererdischen Kreis.

Daß einst die Erde Sauerstoff und Wasserstoff getrennt besessen, dünkt uns wahrscheinlich nach dem, was wir spektralanalytisch aus der Sonne wissen. Bis vor noch nicht ganz hundert Jahren galt das Wasser für ein Element; seitdem nennt die Wissenschaft es einen zusammengesetzten Körper. Heut nennt sie seine erkannten Componenten, Sauerstoff und Wasserstoff, Elemente. Sie hat auch gelernt, die Verbindung zu lösen und zu schließen.

Daß im großen Ganzen die Erde in ihrem dermaligen Entwickelungsstadium die Verbindung „Wasser" festhält und daß dieses nur physikalisch, so zu sagen morphologisch, durch Verdunstung und Niederschlag die Erscheinungsform wechselnd, seinen Kreislauf vollbringt — ist die heutige wissenschaftliche Majoritäts-Ansicht. Sie schließt das Zugeständniß nicht aus, daß unter Umständen auch natürliche Zerlegungen (vielleicht durch galvanische Ströme im Erdinnern) und Verbindungen (vielleicht durch die elektrischen Entladungen in den Wolken) stattfinden können, also in gewissem Sinne ein chemischer neben dem physikalischen Kreislaufe existirt.

45.

Fassen wir zum Schluß das Ergebniß unsrer Untersuchungen nochmals kurz zusammen.

Wir halten an der Theorie des oberen Kreislaufs fest, d. h. wir halten das unterirdische Wasser für eingesickertes Meteorwasser.

Was dasselbe (in Quellen natürlich, in artesischen Brunnen künstlich) zu Tage bringt und es unterirdisch fließen macht, ist hauptsächlich die Schwere, die Gravitation; dieselbe bewirkt die Wasserbewegung theils nach dem Gesetze des freien Falles,

theils nach dem der schiefen Ebne, theils nach dem der drückenden Wassersäule in communicirenden Röhren.

Die letztbezeichnete Beförderungsweise reicht auch zur Erklärung der Heißwasserquellen (mit und ohne Mineralwasser-Charakter) aus.

Wa das Auftreten von Quellen eruptiven Charakter hat und da, wo hydrastatischer Druck sich nicht nachweisen läßt, nehmen wir neben der Gravitatian oder statt derselben den Vulkanismus, d. h. Dampf- und Gasspannungen, als Motar zu Hülfe.

Wir scheuen nicht die Annahme, daß nicht alles in das Erdinnere gelangte Wasser wieder zu Tage komme, daß also das dem Menschen unzugängliche Wasser im Erdinnern sich vermehrt und das in Circulatian befindliche sich — wenn auch langsam — vermindert.

Wir lassen auch die Annahme gelten — die ja übrigens ein Correctiv des varher zugestandenen Abganges involvirt — daß erdinneres Wasser zur Oberflächen-Verdunstung, also in Dampfform in die Atmosphäre gelangt.

Wir stellen der Meteorologie die Aufgabe, dereinst in sicheren Zahlen die Abrechnung zwischen Verdunstung und Niederschlag zu machen. Bei ihrem dermaligen Stande bestreiten wir ihr die Berechtigung, in der Contraverse der Hypathesen über den Kreislauf des Wassers den Ausschlag zu geben. Wir halten an der Thearie des aberen Kreislaufs fest, weil aus ihm die weitaus meisten, sich täglich und überall wiederhalenden Quellen-Phänamene sich vallkammen zufriedenstellend und hydromechanisch einfach erklären lassen.

Wir haben die gegnerische Theorie des unteren Kreislaufs, wie sie van Nowak neu erweckt, mit Kentniß und Geist weiter ausgeführt und lebhaft vertheidigt warden ist, der unsrigen gegenübergestellt und an den mancherlei Prablemen, die das unterirdische Wasser und sein zu Tage Kommen stellt, die Kräfte beider verglichen.

Wir haben von unsrem Standpunkte gethan, was unser Opponent van dem seinigen gethan hat. Auch er läßt den Gegner zu Worte kommen; er theilt mit, „wie die Verfechter der modernen Thearie“ dies und jenes Phänomen erklären. Freilich gelingt es ihm seiner Meinung nach immer, sie ad absurdum zu führen.

In der Parteileidenschaft oder — wenn das zu herb klingt — in dem Eifer seiner Ueberzeugung, die er für die von der Gelehrtenwelt verkannte Wahrheit hält, unterschätzt er oft Dasjenige, was die „Verfechter der modernen Theorie" bereits gesagt haben; bei anderen Problemen ist Das, was er an Gründen und Erklärungen dem Gegner in den Mund legt, allerdings anfechtbar, oder nicht ausreichend, zu sehr obenhin gesagt.

Es erklärt sich dies zum guten Theile aus dem Umstande, daß die citirten „Verfechter der modernen Theorie" als „Verfechter", d. h. polemisch gar nicht geschrieben haben. Sie haben die „moderne Theorie" als eine notorisch jetzt allgemein anerkannte nur darlegen, entwickeln wollen; auf Einwürfe und Angriffe antworten konnten sie nicht, die zur Zeit noch gar nicht vorlagen, oder ihnen nicht bekannt waren. Gesteht doch unser Opponent selbst, daß Dr. Volger, der in der Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure zu Frankfurt a. M., 1877, „in den entschiedensten Ausdrücken ein unerbittliches Verdammungsurtheil über die noch jetzt von allen Kathedern gelehrte Quellentheorie" ausgesprochen, bei dieser Gelegenheit den Namen Nowak gar nicht erwähnt hat!

War das Unkenntniß? oder war es Geringschätzung? Unsres Erachtens verdient Nowaks Theorie und seine dieselbe darlegende Schrift „Vom Ursprunge der Quellen" weder jene noch diese; wir sind vielmehr der Ansicht, jedem Unbefangenen, der diese Bekanntschaft macht, werde sie interessant erscheinen.

Wir nahmen die uns zugekommene buchhändlerische Novität nicht in der Erwartung zur Hand, darin etwas Neues zu finden; wir erwarteten nichts Anderes als Dasjenige, was — nach Volgers Ausdruck — „von allen Kathedern gelehrt wird"; vielleicht in einer klaren, übersichtlichen Darstellung Erklärungen der verschiedenen Quellen-Phänomene; — vielleicht geeignet, von einem jener „Katheder" Denen empfohlen zu werden, die davor sitzen.

Wir waren überrascht, statt des vermutheten Gehilfen einen geharnischten Gegner zu finden, der mit großer Zuversicht seinen Schlachtruf erschallen läßt.

Bei solcher Gelegenheit drängt der Gedanke sich auf, daß im Reiche der Wissenschaft manches lange Zeit in Geltung Gewesene eines Tages dennoch außer Geltung gekommen ist. Man denkt an die „vier Elemente", an das „Ptolemäische System", an

das „Phlogiston" und andre dergleichen entthronte Hypothesen — warum sollte eines Tages nicht auch die regierende Quellen-Theorie in die Verbannung gehen müssen?

Wir widmeten daher der Nowakschen Schrift statt der anfänglich ihr zugedachten flüchtigen, formellen Prüfung, eine bedächtige, auf ihren materiellen Gehalt gerichtete; — ganz unbefangen und ohne Voreingenommenheit, es darauf ankommen lassend, ob es ihr gelingen möge, uns auf ihren Standpunkt hinüberzuziehen.

Wir konnten ihr das Anerkenntniß nicht versagen: sie hat die selbst gestellte Aufgabe, alte Ueberzeugungen oder alten Glauben ins Wanken zu bringen und für den neuen Anhänger zu werben — mit Eifer und Geschick erfaßt und durchgeführt.

Bei mehreren Problemen — wenn Dr. Nowak triumphirend ausrief: „Was hat die bisherige Theorie darauf zu erwidern?" mußten wir bekennen, daß sie — unsres Wissens wenigstens — bisher noch nichts darauf erwidert hat. Und da wir Nowaks Belesenheit nicht bezweifeln, und vollends gar nicht seine Gewissenhaftigkeit und Wahrheitsliebe, so mag wohl in der That bis jetzt noch nichts darauf erwidert sein.

Alsbald fanden wir aber auch, daß und was die angefochtene Theorie erwidern könnte, und haben es in ihrem Namen gethan.

Wenn die Beleuchtung, in die Nowak die Dinge stellt, einseitig ist, so erklärt sich das aus dem polemischen Charakter seiner Schrift, aus seiner von vornherein feststehenden Ansicht, daß die alte Theorie ein Irrthum und seine neue die Wahrheit sei. — Wir wollten nicht, ebenso subjektiv und ausschließlich, apodiktisch das Gegentheil behaupten; unsre Absicht war, beide gegensätzliche Theorien in gleichem Maße zu Worte kommen zu lassen und über sie zu orientiren, dem Leser überlassend, für welche von beiden er endgiltig sich entscheiden will.

G. Schröder.

II.

Französische Festungs- und Belagerungs-Artillerie.

In Frankreich hat sich in aller Stille im Laufe der letzten zwei Jahre eine Vermehrung der Belagerungs-Artillerie vollzogen, die wohl von allgemeinem Interesse sein dürfte. Nach dem Reorganisationsplan von 1873 wurden bekanntlich 19 Regimenter Korps-Artillerie, à 8 Feld-, 3 reitenden, 2 Depot-Batterien, und 19 Regimenter Divisions-Artillerie, à 3 Fuß-, 8 Feld-, 2 Depot-Batterien formirt. Da die Korps-Artillerie nur mit 2—3 reitenden und 6 Feld-Batterien ausrücken soll, so hatte es für die Feld-Artillerie nichts auf sich, daß den Korps-Regimentern noch längere Zeit 1—2 Batterien fehlten. Diese bisher fehlenden Batterien sind jetzt sämmtlich formirt und haben die Bestimmung, als leichte Belagerungs Artillerie zu dienen.

Abgesehen von den Fuß-Batterien und acht schon jetzt zu den Kavallerie-Divisionen an der Ostgrenze abkommandirten reitenden, sind fast alle übrigen reitenden und Feld-Batterien in den Regiments-Stabsquartieren vereinigt, was bei der in Frankreich beliebten Ausbildungsmethode auch ganz natürlich ist. Nun sind aber seit einigen Jahren eigentlich alle Batterien Nr. 7 und 8 der Korps-Artillerie-Regimenter, wenn letztere nicht in Festungen liegen, nach solchen oder Sperrforts detachirt, oft sogar außerhalb ihres Korps-Bezirkes. So sind z. B. die genannten Batterien kommandirt vom 22. Regiment in Versailles und 34. in Angoulême nach Reims (wo kürzlich das Fort Witry fertig geworden), vom 33. Regiment in Poitiers nach St. Mihiel, vom 25. Regiment in

Chalons s. M. nach Remiremont, dem wichtigen Moselübergangs-punkte südlich Epinal u. s. w. Die im Jahre 1875 angenommenen 9,5^{cm}-Lahitolle-Geschütze wurden 1876 bei je zwei Feld-Batterien per Korps-Regiment eingestellt, 1878 ihres großen Gewichtes wegen der Festungs-Artillerie zugewiesen, aber dennoch als Bewaffnung von je zwei Feld-Batterien per Korps-Regiment beibehalten. Da nun eine Entscheidung des Präsidenten der Republik vom 20. Februar 1879 ausdrücklich bestimmt, daß die genannten Geschütze nicht mehr zur Feldausrüstung der Armee-Korps gehören, so kann man wohl annehmen, daß die thatsächlich bei jedem Korps-Regiment mit diesen nunmehrigen Festungs-Geschützen bewaffneten beiden Batterien, mit den nach Festungen detachirten Nr. 7 und 8 identisch, den Zweck haben, als schon im Frieden vorhandene Belagerungs-Batterien bei einem Kriegsfalle sofort mit ins Feld zu rücken. Frankreich ist also in der glücklichen Lage, außer seinen 76 Depot- und 323 reitenden und Feld-Batterien schon im Frieden 228 bespannte Belagerungs-Geschütze zu haben, welche in den Positionskämpfen der Zukunft von großer Bedeutung sein dürften.

Für den Angriff und die Vertheidigung der Festungen sind außer diesen 38 Positions-Batterien in Frankreich noch die Fuß-Batterien der Divisions-Regimenter und das Marine-Artillerie-Regiment bestimmt. Von ersteren sind 12 nach Algier, von letzterem 7 Batterien nach anderen Kolonien permanent detachirt, bleiben im Friedensverhältniß 45 Fuß- und 21 Marine-Batterien à 100 Mann excl. Offiziere übrig, welche bei einer Mobilmachung verdoppelt und auf die Stärke von 300 Mann gebracht werden.

Bei der Territorial-Armee stellt jede der 18 Regionen 1 Artillerie-Regiment in Stärke der Divisions-Regimenter auf, das ergiebt 54 Territorial-Fußbatterien à 200 Mann, wozu noch 7 Veteranen-Kompagnien in Lille und Valenciennes kommen.

Die Kriegsstärke der in Europa aufzustellenden Festungs-, Küsten- und Belagerungs-Artillerie ist mithin folgende:

38 Positions-Batterien	à 175	Mann (ca.)	=	6 650 Mann
90 Fuß- "	à 300	" "	=	27 000 "
42 Marine- "	à 300	" "	=	12 600 "
54 Territorial- "	à 200	" "	=	10 800 "
7 Veteranen-Kompagnien	à 200	" "	=	1 400 "
231 Batterien bez. Kompagnien			=	58 450 Mann

Noch stärker ist die Festungs-Artillerie unseres östlichen Nachbars vermehrt worden. Dieselbe besteht jetzt, abgesehen von den zwei Kompagnien in der Citadelle von St. Petersburg, aus 50 Bataillonen à 4 Kompagnien, mit je 100 Mann Friedens- und 300 Mann Kriegsstärke. Im Frieden garnisoniren davon in den Plätzen der Weichsellinie, in Nowo-Georgiewsk 7, in Warschau und Iwangorod je 3 Bataillone, weiter rückwärts in Brest-Litewsk und Dünaburg je 4, in Dünamünde und Bobruisk je 1 Bataillon.

In Oesterreich beträgt die Friedensstärke der Festungs-Artillerie etwa 6600, die Kriegsstärke 17 300 Mann mit 60 bezw. 72 Kompagnien. Italien hat im Frieden 62 Kompagnien = 6200 Mann, im Kriege 83 Kompagnien = 16 600 Mann.

R. Stein.

III.

Geschichtliche Skizze über die gezogenen Geschütze Frankreichs.

(Fünfte Fortsetzung.*)

Die wichtigsten Abmessungen der Röhre.

	80 mm. Kanon Nr. 1	80 mm. Kanon Nr. 2	85 mm. Kanon Nr. 1
Durchmesser der Seele: zwischen den Feldern . . . mm	80	80	85
Durchmesser der Seele: zwischen der Sohle der Züge mm	82	82	87
Seelenlänge vom Boden der Kammer bis zur Mündung . . . . mm	2010	2010	1873
Seelenlänge vom Boden der Kammer bis zur Mündung . . . . in Kalibern	25	25	22
Pulver-kammer: Länge bis zum Boden der Granate mm	270	253	255
Pulver-kammer: Durchmesser . . . . mm	84	84	89
1. Uebergangs-Conus: Länge . . . . mm	116	116	107
1. Uebergangs-Conus: Durchmesser hinten . . mm	84	84	89
1. Uebergangs-Conus: Durchmesser vorne . . mm	82	82	86,2
Geschoß-raum: Länge . . . . mm	116	116	107
Geschoß-raum: Durchmesser hinten . . . . mm	82	82	86,2
Geschoß-raum: Durchmesser vorne . . . . . mm	80	80	86,2
2 Uebergangs-Conus: Länge . . . . . . mm	"	"	12
2 Uebergangs-Conus: Durchmesser hinten . . mm	"	"	86,2
2 Uebergangs-Conus: Durchmesser vorne . . mm	"	"	85
Von dem Geschoß durchlaufene Seelenlänge . mm	1592	1609	1591
" " " " " in Kalibern	19,9	20,1	18,7
Züge: Zahl	12	12	8
Züge: Enddrall . . . . . . in Kalibern	45	45	45
Züge: Breite der Felder . . . . . . mm	4	4	8
Länge der Granate (letztes Modell) . . mm	222	222	199
" " " " " in Kalibern	2,8	2,8	2,3
Gewicht des Geschosses . . . . kg	5	5	5
Gewicht des Rohres . . . . kg	453	455	403
" " " . in Geschoßgewichten à 5 kg	91	91	82
Hintergewicht . . . . kg	27	27	40
Gewicht der Ladung des Pulvers A_1 . . kg	1,100	1,350	1,430
" " " " " im Verhältniß zum Geschoßgewicht	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{3,7}$	$\frac{1}{3,5}$

*) Nach dem Januarheft 1879 der Revue d'Artillerie; das Decemberheft 1878 derselben enthält eine Fortsetzung der historischen Skizze nicht.

Versuche.

Die Versuche begannen am 4. Januar 1873 in Gegenwart des Oberst Maillard, Directors der Gießerei zu Nevers. Für die ersten Schüsse gebrauchte man das Pulver A_1 der ersten von der Pulverfabrik Le Bouchet bewirkten Sendung. Diese Probe hatte weder in den Kanonen Olry, noch in den 7k.-Geschützen große Kraft gezeigt. Die zwischen dem Oberst Maillard und dem Präses der Commission vereinbarten Ladungen waren stark und sollten sehr beträchtliche Anfangsgeschwindigkeiten ergeben.

Die folgende Tabelle zeigt für den ersten Schießtag die Bedingungen des Schießens und die erlangten Resultate:

Geschütz	Art und Gewicht der Granate k.		Ladung k.	Dichtigkeit der Ladung	Anfangsgeschwindigkeit m.
80mm.-Kanon Nr. 1	kurze Granate	4,5	1,425	0,95	589
" "	" "	5,0	1,425	0,95	561
" "	lange "	5,0	1,425	0,95	556
80mm.-Kanon Nr. 2	kurze "	4,5	1,275	0,91	562
85mm.-Kanon Nr. 1	Granate	5,0	1,425	0,92	550

Während einiger Tage setzte man darauf das Schießen ohne Aenderung der Bedingungen fort, wobei man erkannte, daß die Geschosse für dergleichen große Anfangsgeschwindigkeiten nicht die erforderliche Widerstandskraft besaßen; die Forcirungsringe blähten sich auf und zerbröckelten an den Rändern.

Die Röhre dagegen zeigten bemerkenswerthe Haltbarkeit und ballistische Eigenschaften.

Am 24. Januar beschoß man in Gegenwart des Kriegsministers, des Präses und mehrerer Mitglieder des Artillerie-Comités das 80mm.-Kanon Nr. 2 im Vergleich zu den 7 und 4k.-Geschützen des Systems de Reffye. Die folgende Tabelle zeigt die erlangten Resultate.

Geschütz	Elevationswinkel	Schußweite m.	Mittlere Abweichungen in Schußweite m.	Mittlere Abweichungen in Seitenrichtung m.	Treffer-Rechteck Länge m.	Treffer-Rechteck Breite m.
80mm.-Kanon Nr. 2 .	8° 30′	3413	22	3,1	86	12,8
7k.-Kanon . .	10° 51′	3460	47	4,1	267	17,3
4k.-Kanon . .	10° 48′	3484	57	5,3	245	25,3

Wie ersichtlich, bethätigte das stählerne Geschütz eine bedeutende Ueberlegenheit über die broncenen 7 und 4k.-Geschütze.

Einige Zeit nach diesem Versuch wurde in Folge der zu Versailles im August 1873 von der höheren, durch Befehl des Marschallpräsidenten der Republik zur Berathung über alle dringenden Artilleriefragen unter seinem Vorsitz eingesetzten Commission gefaßten Beschlüsse entschieden, daß die Versuche mit Geschützen aus Stahl verschiedenen Ursprungs fortgesetzt werden sollten. Zehn Röhre sollten bei der Hütte von Creuzot in Bestellung gegeben und nachher nach Nevers gesendet werden, um nach der schon zu Calais versuchten Construction der 80mm.-Kanone ausgearbeitet zu werden.

Zu gleicher Zeit sollte die Land-Artillerie auch ihrerseits Entwürfe zu Geschützen aufstellen, unter denen sich sogenannte der großen Reserve befanden, deren Geschosse 8–10k. wiegen sollten.

Die Commission von Calais besaß um diese Zeit bereits ein stählernes Rohr anderen Systems, das Kanon Olry Nr. 3; es erschien interessant, dasselbe mit den durch die Marine-Artillerie construirten Geschützen zu vergleichen. Aber da bei dem Entwurf dieses Kanon an die Erreichung so großer Anfangsgeschwindigkeiten, wie sie durch die Marinegeschütze gewonnen, nicht gedacht worden war, wurde bestimmt, daß es zuerst mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 425m. beschossen und daß diese nach und nach vermehrt werden sollte, so daß sie am Schlusse der Versuche 500m. betrüge, wobei die Ladung die Kammer vollständig ausfüllt. Das Gewicht seiner Granate betrug 4,500k.

Andererseits hatte Oberst Maillard, um die ungenügende Haltbarkeit der ersten von der Marine gelieferten Geschosse zu verbessern, andere nach neuer Construction und bei Verwendung eines möglichst harten Gußeisens fertigen lassen. Diese Granaten zeigten aber nichtsdestoweniger hinreichende Haltbarkeit.

Wenn auch die mit den tübirten Röhren erlangten Geschwindigkeiten alles bisher in Frankreich und im Auslande Erreichte weit übertrafen, so schufen sie doch für die Fabrication des Materials Schwierigkeiten, die nicht mehr im Verhältniß zu den ballistischen Vortheilen, welche sie gewährten, standen.

Bestimmt wurde, daß bei den Vergleichungsversuchen mit dem Kanon Olry die 80 und 85mm.-Geschütze nur mit der Anfangs-

geschwindigkeit von $500^{m.}$ schießen und daß ihre Granaten auf $5^{k.}$ beschwert werden sollten.

Das Pulver A_1 sollte, wie erwähnt, für dieses Vergleichsschießen benutzt werden; da die Marine-Artillerie aber dem englischen R L G-Pulver den Vorzug zu geben schien, hielt man es von Interesse, einige Versuche mit diesem letzteren auszuführen.

Die Messung der Geschwindigkeiten bei dem englischen R L G-Pulver und dem Pulver A_1 bei Anwendung auf $4{,}9^{k.}$ gebrachter Granaten ergab folgende Resultate:

Geschütz	80mm.-Kanon Nr. 2		85mm.-Kanon	
Gewicht der Ladung kg.	1,275 RLG	1,275 A_1	1,500 RLG	1,425 A_1
Anfangsgeschwindigkeit m.	494,7	488,4	525,4	488,9
Mittlere Abweichung der Geschwindigkeiten m. .	2,6	1,1	2,6	1,8
Unterschied der extremsten Geschwindigkeiten m. .	8,0	3,7	10,0	5,0

Das englische RLG-Pulver zeigte sich daher in Calais weder weniger heftig, noch regelmäßiger wirkend als das Pulver A_1.

Bezüglich des Vergleichsschießens mit den vier Geschützen ergeben die nachfolgenden Zahlen einen Anhalt zur Beurtheilung:

	Elevationswinkel.				
	Kanon Olry Nr. 3	Kanon Olry Nr. 3	80mm. Kanon Nr. 1	80mm. Kanon Nr. 2	85mm. Kanon Nr. 1
Anfangsgeschwindigkeit . . .	425	504	500	500	500
Entfernung m.					
2 000	10° 33′	8° 19′	8° 49′	8° 18′	8° 56′
4 000	17° 36′	13° 36′	14° 44′	13° 31′	14° 44′
5 000	27° 21′	20° 53′	22° 40′	20° 40′	22° 50′

	Mittlere Abweichungen in Schußweite.				
	Kanon Olry Nr. 3	Kanon Olry Nr. 3	80mm. Kanon Nr. 1	80mm. Kanon Nr. 2	85mm. Kanon Nr. 1
Anfangsgeschwindigkeit . . .	425	504	500	500	500
Entfernung m.					
2 000	28	22	53	40	50
4 000	42	39	83	53	79
5 000	142	—	112	73	108

Wie man sieht, ergaben die Kanonen der Marine entschieden geringere Resultate, als sie bei den Versuchen im Monat Januar geliefert hatten.

Die Dringlichkeit der Arbeiten, mit denen die Commission von Calais beauftragt war, gestattete nicht, den Grund dieses Präcisionsverlustes ernstlich zu ermitteln. Nach den Schießprotocollen scheint es jedoch, als hätte die mangelhafte Haltbarkeit der Forcirungsringe hierzu beigetragen.

Haltbarkeit der Geschützröhre. Nachdem man die großen Anfangsgeschwindigkeiten des Januar erhalten hatte, konnte man die Haltbarkeit der Röhre als gesichert betrachten. Dennoch wollte man nach dem erwähnten Vergleichsschießen sie noch einigen Haltbarkeitsproben unterwerfen.

Bei dem 80mm.-Kanon Nr. 1 begnügte man sich unter Beibehalt der Ladung von 1400g. das Geschoßgewicht zu vermehren. Die Granaten wurden nach und nach mit Blei bis zu 5,500 und 6kg. beschwert. Die Granaten blähten sich dergestalt auf, daß sie zwischen den Feldern wie durch ein Walzwerk hindurchgehen mußten; viele zerbrachen. Das Rohr widerstand dieser Anstrengung, die als eine sehr harte betrachtet wurde.

Bei dem 85mm.-Geschütz dagegen vermehrte man die Ladung und steigerte sie bis zu 1,670kg. (ein Drittel des Granatgewichts); die Kammer war dabei völlig gefüllt. Beim ersten Schuß mit dieser Ladung sprang das Geschütz am 12. Juni 1873, nachdem bereits das 85mm.-Geschütz zu Nevers bei der Ladung von 2/7 des Geschoßgewichts gesprungen war. Man hatte, wie bereits erwähnt, das erste Springen den brisanten Eigenschaften des Pulvers zugeschrieben; der zweite in Calais eingetretene Unglücksfall konnte ebensowenig wie der vorausgegangene Veranlassung geben, die Haltbarkeit des Systems anzuzweifeln, denn eine so starke Ladung, daß sie der kammervollen entspricht, überschreitet weitaus die Forderungen des Dienstgebrauchs und wird in der Praxis niemals verwendet werden.

Nachdem aber zweimal das unerwartete Springen tübirter Röhren eingetreten war, während bei umringten Röhren ein ähnlicher Fall noch nicht vorgekommen, sprach das Artillerie-Comité in seiner Sitzung vom 19. Januar 1874 die Meinung aus, daß es Grund zu dem Glauben habe, die Umringung biete größere Sicherheit als das Tübiren.

Bemerkt muß übrigens werden, daß bei den drei zu Calais versuchten tübirten Röhren sich eine Bewegung des Tubus bemerklich machte, die bei zweien derselben zwar sehr geringfügig war, aber doch genügte, um durch die ersten Schüsse einen Riß in der Verschlußthür des 80mm.-Kanon Nr. 1 hervorzurufen. Der Tubus wurde hinten verkürzt, die Bewegung hörte auf und der Riß in der Thür blieb unverändert.

Resumé. Die Kanonen der Marine-Artillerie hatten eine sehr große Haltbarkeit bewiesen und die Gewinnung von Anfangsgeschwindigkeiten ermöglicht, die bezüglich der Bahnrasanz nichts zu wünschen ließen. Zweimaliges Springen war eingetreten, freilich unter außerordentlichen Umständen, aber doch ohne vorherige Anzeichen.

Die Verwendung von Kupferringen für die Führung der Geschosse bildete einen reellen Fortschritt, aber es war erforderlich, ihre solide Anbringung sowie die Haltbarkeit des Geschosses zu sichern und Sprengungen des Gußeisens zu verhindern. Vervollkommnungen blieben noch geboten, denn die Schußpräcision ließ noch zu wünschen.

Metalliderungen waren zum ersten Male von der Commission versucht worden. Die Liderung war gewöhnlich auf dem Umfange des Ringes vollkommen, aber sie war es nicht immer auf der hinteren Fläche, welche sich gegen den in die Verschlußschraube gelagerten Ring lehnte. Bei den beiden 80mm.-Geschützen vergrößerten sich die Gasentweichungen immer mehr und nöthigten endlich bei einem derselben zum Ersatz des Kupferringes. Bei dem 85mm.-Kanon fungirte die Liderung in Folge unausgesetzter Ueberwachung und wiederholter Reinigungen bei etwa 200 Schuß gut. Zu dieser Zeit glaubte die Commission, daß das versuchte Liderungsmittel für Feldgeschütze nicht anwendbar sei.

Die Thür mit doppelter Bewegung erschien sinnreich; sie hatte den Vortheil, von der Benutzung eines Riegels absehen zu können. Sie functionirte regelmäßig so lange die Gasentweichungen nicht so stark wurden, daß die entstehende Verschleimung ihre Bewegung hemmte. Aber sie schien zu fein gestaltet und ihre doppelte Bewegung war eine Complication für die Bedienung.

Die unmittelbar in die Verschlußschrauben gebohrten Zündlöcher brannten bald in Folge des Durchgangs der glühenden Gase aus. Während des Verlaufes der Versuche fand daher die Com-

mission die seit langer Zeit erkannte Nothwendigkeit von Neuem bestätigt, daß man eines Zündlochstollens bedürfe so lange das Problem der Liderung des Zündlochs nicht in practischer Weise gelöst ist.

Die Marine-Artillerie prüfte eine Liderungsschlagröhre, die zu Ende des Jahres 1873 bei den von ihr construirten Feldgeschützen zu Calais verwendet wurde. Diese Versuche gaben damals keine zufriedenstellende Resultate, das Verfahren wurde aber später verbessert und konnte auf die neuen Marinegeschütze des Modell 1870 angewendet werden.

Erste Vorschläge der Commission für das Studium der Geschütze.

Nach dem Kriege, als die Artillerie sich mit der Einsetzung der Versuchscommissionen zu Bourges, Calais und Tarbes beschäftigte, erbat der Präses des Artillerie-Comités sich von dem Kriegsminister die Ermächtigung, im Centraldepot eine Specialcommission für das geregelte und methodische Studium aller auf die Herstellung neuer Geschütze bezüglichen Fragen einsetzen und in derselben die Arbeiten der verschiedenen Versuchscommissionen centralisiren zu dürfen.

Der Minister genehmigte diesen Antrag und stellte zur Verfügung des Präses des Artillerie-Comités den Oberst Girels, der früher der permanenten Commission des Lagers von Chalons präsidirt hatte, und den Commandant Terquem, früheres Mitglied dieser Commission, der bereits sich durch Specialarbeiten bekannt gemacht hatte.

Die durch mehrere andere Offiziere vervollständigte Commission wurde durch Befehl des Präsidenten des Artillerie-Comités vom 23. Mai 1872 gebildet und trat sofort zusammen.

Die Arbeiten der Commission des Centraldepots sind sehr mannigfach gewesen. Um nur von den Feldgeschützen zu sprechen, umfassen die von ihr aufgestellten Entwürfe die zu Calais versuchten Geschütze von 75, 90 und 95$^{mm.}$ ebenso wie die 80$^{mm.}$-Kanonen. Letztere feuerten aber nur wenig Schuß, die nicht einmal aufgenommen wurden.

Zunächst soll hier nur von den ersten 75$^{mm.}$-Geschützen die Rede sein.

Am Anfang Juni 1872 wurde die Commission von dem

Präses des Comités mit dem Entwurfe eines Feldgeschützes nach den folgenden Bedingungen beauftragt:

Stählernes Hinterladungsrohr;
Geschoß mit kupfernen Forcirungsringen;
Verschluß nach dem preußischen System des einfachen Keils;
Seelendurchmesser: 75mm.;
Totallänge des Rohres: 2,10m.;
Gewicht des Rohrs: 450k.;
Gewicht des geladenen Geschosses: 4,200 bis 4,500k.;
Anfangsgeschwindigkeit: 500 bis 520m..

Die übrigen Elemente des Geschützes waren nicht normirt; die Commission erhielt den Auftrag, sie dergestalt variiren zu lassen, daß 12 verschiedene Geschütze entständen, von denen durch Vergleichsversuche das beste ermittelt werden sollte.

Da die von den metallurgischen Etablissements Frankreichs unternommenen Studien, betreffend die Gewinnung eines Geschützstahls, noch nicht genügend weit vorgeschritten waren, so wurden zur Vermeidung jeden Zeitverlustes die Stahlblöcke für die 12 Geschützröhre bei Firth u. Söhne in Sheffield, deren Tiegelgußstahl sehr geschätzt wurde, in Bestellung gegeben.

Die London Ordnance Company von Vavasseur wurde mit der Ausarbeitung der ersten Blöcke beauftragt, so lange bis die Werkstätte zu Puteaux, deren Einrichtung man zu jener Zeit vervollständigte, im Stande sein würde, diese Arbeit selbst auszuführen.

Allgemeine Anordnungen.

Die Constructionszeichnungen der 12 Geschütze wurden dem Kriegsministerium am 14. Juli 1872 vorgelegt.

Das Kaliber von 75mm., das der Commission als Ausgangspunkt bezeichnet worden war, erschien damals nach den bereits gewonnenen Erfahrungen und nach den erhaltenen Mittheilungen als das Geeignetste für ein Feldgeschütz.

Die Commission hatte beschlossen, mittelst der 12 Röhre Züge mit 6 verschiedenen Drallmaßen und für jedes Drallmaß die helicoidale und parabolische Zugform zu versuchen. Die Kanonen mit constantem Drall wurden mit den Nummern 1—6 bezeichnet, während die sechs anderen, deren Züge einen steigenden Drall,

aber denselben Enddrall wie die vorgenannten, hatten, durch die Buchstaben A bis F unterschieden wurden.

Die 6 Drallarten, welche benutzt wurden, waren folgende:

bei den Röhren	1	und	A	der Drall von	15	Kaliber	= 1,12m.;
„ „ „	2	„	B	„ „ „	21	„	= 1,57m.;
„ „ „	3	„	C	„ „ „	30	„	= 2,25m.;
„ „ „	4	„	D	„ „ „	42	„	= 3,15m.;
„ „ „	5	„	E	„ „ „	57	„	= 4,48m.;
„ „ „	6	„	F	„ „ „	75	„	= 5,64m..

Aber nach den ersten Versuchen, welche mit dem Kanon Nr. 5 mit dem Drall von 57 Kalibern angestellt wurden, beschloß die Commission, daß das Rohr Nr. 6 ebensowenig wie die Röhre E und F nach dem ersten Entwurf ausgearbeitet werden sollten. Die Blöcke, welche zu ihrer Fertigung bestimmt waren, wurden zur Herstellung von drei anderen Röhren, die durch die Buchstaben CD, BC und BD bezeichnet wurden, verwendet. Ueber die Versuche, denen diese drei Röhre unterworfen wurden, wird an anderer Stelle berichtet werden.

Die Kanonen Nr. 3, 4 und 5 wurden in den Werkstätten von Vavasseur vollständig ausgearbeitet, während die neun anderen in Puteaux gezogen wurden.

Construction der Röhre. Die Herstellungsart der Röhre war den Fabrikanten anheimgestellt. Sie waren ermächtigt, zur Sicherung der Haltbarkeit, die Stärken der einzelnen Theile nach ihrem Ermessen variiren zu lassen, sollten aber das Gesammtgewicht des Rohres von 450k. nicht überschreiten. Sie konnten nach Belieben den Rohrkörper umringen oder aus einem Stück bilden, doch mußten die 12 Röhre nach Fertigungsart und Qualität des Metalls identisch sein.

Einige Zeit darauf wurde ihnen aber die Bedingung gestellt, den Rohrkörper zu umringen.*) Von den 3 Ringen sollten die

*) Eine Zeit lang war selbst die Rede davon, 6 der 12 75mm.-Röhre nach dem Vorgange der Marine-Artillerie zu tübiren. Dieser Beschluß war nach den Versuchen zu Trouville von dem Kriegsminister gefaßt und dem Präses des Comités mündlich mitgetheilt worden. Letzterer bemerkte aber, daß, damit die Vergleichsversuche einwandfreie Resultate lieferten, es nothwendig sei, daß die Geschützröhre nach Fertigungsweise und Metallqualität identisch seien und sich durch nichts anderes als durch die Züge

beiden Endringe stählerne, der mittlere, der die Schildzapfen trug, ein schmiedeeiserner sein.

Die Stärke des hinteren Ringes war nicht gleichförmig, er war nach hinten zu über der Pulverkammer verstärkt.

Da die Umringung nicht bis an den hinteren Theil der Kammer reichte, hatte man hier die Stärke des Rohrkörpers bedeutend vermehren müssen. Nach dem Urtheil von Firth und Vavasseur, in Uebereinstimmung mit fast allen Constructeuren, bot der große Unterschied in den Stärken des Rohrkörpers am Boden und an der Mündung ernste Schwierigkeiten bezüglich der Schmiede- und Tempirungsarbeit dar. Es war in der That fast unmöglich, eine vollständige Homogenität auf der ganzen Länge des Rohrkörpers zu erlangen und obgleich man beschloß, dem Bodentheil die cylindrische statt der rechtwinkligen Form zu geben, so hatte man doch wiederholt Gelegenheit, Fabrikationsmängel zu constatiren.*)

Im Allgemeinen war diese Fertigungsart der Geschützröhre derjenigen sehr ähnlich, welche zu dieser Zeit bereits für die schweren Röhre der deutschen Artillerie im Gebrauch war.

In Folge der Erhöhung des Rohrkörpers am Boden mußte man für diese Geschütze ein anderes Verfahren der Umringung in

---

unterschieden. Außerdem waren nach der Meinung von Firth und Vavasseur die für schwere Geschütze unanfechtbaren Vortheile des Tübirens zweifelhaft, sobald es sich um Röhre kleineren Kalibers handelt, die aus demselben Stahl wie der Tubus gefertigt werden. Endlich hät'en die tübirten Röhre nicht den vorgeschriebenen Verschluß mit einfachem Keil erhalten können. Aus diesen Gründen wurde bestimmt, daß alle 12 Röhre mit der gleichen Art der Umringung versehen werden sollten.

*) Das letzte von Vavassenr gelieferte 75mm.-Kanon mußte in Folge Fabricationsfehler in der Nähe der Kammer dem Fabricanten zurückgeschickt werden; hierbei schlug derselbe eine andere, von ihm schon bei Röhren großen Kalibers benutzte Umringungsart vor. Der Rohrkörper hatte bei derselben auf seiner ganzen Länge fast dieselbe Stärke und wurde am Boden durch einen Mantel (frette-jaquette) verstärkt, der bis zu den Schildzapfen reicht. Zur Verhinderung des Loswerdens wird der Mantel durch Vorstände, welche in Ausfräsungen des Rohrkörpers eingreifen, gehalten. Der Minister genehmigte diesen Vorschlag; das zum Ersatz des zurückgesendeten Rohres bestimmte Rohr wurde nach diesem Verfahren gefertigt, aber niemals versucht.

Anwendung bringen, als das für die Marinegeschütze in Frankreich übliche, und die Ringe vom langen Felde und nicht vom Bodenstück aus aufbringen. Es war daher auch nicht mehr möglich, zur Verhinderung des Vorschiebens der vorderen Ringe nach der Mündung zu eine kleine Erhöhung auf dem Rohrkörper anzubringen. In Deutschland benutzt man einen aus zwei Hälften bestehenden Arretirungsring, der halb in das Rohrmetall, halb in den unmittelbar vor dem Schildzapfenring placirten Ring eingreift. Bei den Röhren der Commission des Centraldepots begnügte man sich damit, auf dem Rohrkörper kleine 0,65$^{mm.}$ tiefe Reifelungen anzubringen, in welche correspondirende Vorstände des Schildzapfenringes eingriffen. Es folgte daraus, daß dieser aus Schmiedeeisen gefertigte Ring nur eine mäßige Pressung ausübte; auch hatte man empfohlen, ihn so weit wie möglich nach vorne zu placiren und nur verlangt, daß das Hintergewicht nicht 50$^{k.}$ überschreite.

Das Gewicht der Röhre erreichte 465$^{k.}$, d. h. das 103fache des Granatgewichts von 4,500$^{k.}$; die den Fabrikanten bezeichnete Grenze war daher etwas überschritten.

In den nicht umringten Theil des Rohrkörpers war die Oeffnung für den kupfernen Zündlochstollen eingebohrt. Der Stollen endigte unten in einen abgekürzten Kegel, dessen kleinere Basis gegen das Innere der Seele gerichtet war, er wurde von außen eingeschraubt und stand etwas über der Oberfläche des Rohrs vor.

Der in den Rohrkörper gebohrte Aufsatzkanal hatte einen größeren Durchmesser als die Aufsatzstange. Er enthielt in seinem oberen Theile ein Kissen von Messing, in welchem sich die Stange mit leichter Reibung bewegte. Das Kissen wurde durch die halbquadratische Form seines Kopfes und durch eine seitliche Druckschraube in seiner Lage erhalten.

Das Korn, von sehr starken Abmessungen, hatte 3 Spitzen, wie das der deutschen Geschütze; die beiden Seitenspitzen dienten lediglich zum Schutz der mittleren Spitze, die allein zum Richten erforderlich.

Verschluß. Die Vergleichsversuche, denen die 12 Geschütze unterworfen werden sollten, hatten nur den Zweck, sie in ballistischer Hinsicht zu vergleichen, die Frage des Verschlusses war daher eine nebensächliche. Demzufolge hatte man nicht einen der zur Prüfung

vorliegenden Verschlußmechanismen, sondern von den schon in den Gebrauch eingeführten denjenigen gewählt, welcher die besten Garantien für ein gutes Functioniren zu gewähren schien, um, so weit möglich, jede Verzögerung der Versuche zu vermeiden. Aus diesem Grunde hatte man das System Krupp des cylindro-prismatischen Keils gewählt, welches bei den schweren Kalibern der preußischen Marine eingeführt war und hatte sich damit begnügt, einige Detailänderungen daran vorzunehmen. Die wichtigste derselben bestand in der Anordnung der Verschlußschraube, mittelst welcher man den Keil beim Verschließen vortreibt, eine Anordnung, welche man dem Verschlußsystem des zu Trouville versuchten neuen Schweizer 8,4^{cm}-Geschütz entlehnt hatte. Der Schaft der Kurbel war in einen Mantel gelagert, der, mit ihm verkeilt, jede seiner Bewegungen mitmachen mußte. Dieser Mantel hatte äußerlich Schraubengewinde, die in einen Theil der in der hinteren Fläche des Keillochs angebrachten Mutter eintreten konnten und veranlaßte dadurch die Bewegung zum Schließen des Keils. — Beim System Krupp dagegen befindet sich die Verschlußschraube in einer Mutter, welcher sie ihre Bewegung mittheilt; diese Mutter trägt parallele und auf der Hälfte der Peripherie unterbrochene Reifen, und kann in Einschnitte eintreten, welche in der hinteren Wand des Keillochs angebracht sind. Wenn diese Reifen in die correspondirenden Einschnitte eingetreten sind, kann die Mutter sich nicht mehr drehen, so daß die Bewegung der Schraube auf eine Verschiebung des Keiles wirken muß.

Bei den ersten 75^{mm}-Röhren der Commission des Centraldepots war die Verschlußschraube über dem Keil angebracht, ihr Lager war in Folge davon dem Regen ausgesetzt.

Liderung. Aus den vorerwähnten Gründen hatte man wie ein Verschlußsystem Krupps auch den Liderungsring von Broadwell von Stahl mit Rinnen auf der hinteren Fläche gewählt.

Das Lager für die Liderung in der Seele war sphärisch; die hintere Fläche des Ringes lehnte sich gegen eine stählerne Scheibe, die in den Kopf des Keils eingelegt war; um das genügende Vorstehen zu erreichen, mußte man, wenn erforderlich, zur Benutzung von Unterlagen seine Hülfe nehmen. Ein Stift, auf dem die Anlehnungsscheibe für die Liderung befestigt war, verhinderte ihre Rotation; derselbe mußte auch die Unterlagen halten, wenn die Nothwendigkeit vorlag, solche zu gebrauchen.

Die Commission des Centraldepots hielt nicht fester an dem Broadwellringe wie an dem Verschlußmechanismus von Krupp; aber im Juni 1872, als sie ihren Entwurf aufstellte, wußte man noch nicht, welche Resultate die Liderungen von Bange ergeben würden, da sie erst seit kurzer Zeit sich im Versuch befanden.

Innere Construction der Röhre. Die innere Construction der 75mm.-Röhre zeigte:

die cylindrische Pulverkammer,
den Uebergangsconus zwischen Pulver- und Granatkammer,
die cylindrische Granatkammer,
den Uebergangsconus zwischen Granatkammer und Seele,
die eigentliche Seele.

Der Durchmesser der Pulverkammer war beträchtlich größer angeordnet als der der Seele, um die Länge der ersteren zu vermindern und soviel als möglich die anfängliche Lage des Geschosses von dem Schildzapfenringe (frette-tourillon) zu entfernen; sie hatte in Folge davon den Nachtheil die Haltbarkeit des betreffenden Rohrtheiles zu vermindern; um diese Vermehrung des inneren Durchmessers des Rohrkörpers zu compensiren, hatte man den letzten Ring der Umringung verstärkt.

Die 12 Züge fanden ihre Verlängerung in der cylindrischen Granatkammer, hatten hier aber nur noch 0,7mm. Tiefe, während sie in der Seele 1mm. Tiefe zeigten; sie waren keilförmig und hatten eine um so größere Verengung, je kürzer der Drall der betreffenden Röhre bemessen war.

Die Züge besaßen noch eine andere Eigenthümlichkeit: ihre Führungskante vereinigte sich mit der Seele mittelst einer kleinen geneigten Fläche, deren sehr sorgsame Ausarbeitung man dem Fabrikanten empfohlen hatte. Aus dem Nachfolgenden wird der Zweck ersichtlich werden, den man durch diese Anordnung zu erreichen gestrebt hatte.

Die für 6 Röhre angenommenen Züge mit veränderlichem Drall sollten ursprünglich wie bei den Geschützen der Marine parabolisch gefertigt werden, später aber änderte die Commission das Princip der Züge mit veränderlichem Drall. Der Commandant Terquem hatte in einem 1862 dem Comité eingereichten Memoire die Verwendung von Zügen mit veränderlichem Drall, die eine stätige Beschleunigung der Rotation ergeben, empfohlen. Die

Commission des Centraldepots nahm dieses Zugsystem, nachdem sie dessen Vortheile erkannt hatte, an.

Nachdem die Entwickelung der Führungskante durch Calcül bestimmt war, erkannte man, daß man ohne bemerkenswerthe Aenderung die erhaltene Curve sowohl durch eine Parabel, als durch einen Kreisbogen, sowie durch jede andere Curve einfacher Krümmung, wenn nur die Tangente an beiden Enden dieselbe ist, ersetzen könne. Die Commission des Centraldepots gab dem Kreisbogen den Vorzug, weil bei der verwendeten Maschine die Führungsstange (barre-guide) diese Form erhalten konnte. Das Einschneiden der Züge war auf diese Weise erleichtert und gesichert und der Wagen, der längs der Führungsstange fortgleiten mußte, konnte in jedem Augenblick in seiner Lage erhalten werden.

Der von dem Geschoß durchlaufene Seelentheil war 22,5 Kaliber lang.

Geschosse. Die ersten Versuche sollten mit Geschossen mit flachen Boden von 4 verschiedenen Modellen angestellt werden und zwar mit:

Granate Nr. 1 von 2,8 Kaliber Länge,
" " 2 " 2,8 " "
" " 3 " 3 " "
" " 4 " 3 " "

Die Granaten von derselben Länge hatten dieselbe äußere Form und unterschieden sich nur durch das Gewicht und die Wandstärken. Für die 4 Modelle war die Ogive wenig spitz, ihre Form war die einer Parabel. Sie waren mit Metallführung ähnlich derjenigen versehen, welche die Marine für die Geschütze des Modell 1870 angenommen hatte.

Pulver. Die Commission des Centraldepot suchte, nachdem sie das gewöhnliche Geschützpulver als zu brisant ausgeschlossen hatte, unter den Pulversorten: englisches R L G, Wetteren, neueren Fabrication von Le Bouchet u. s. w. dasjenige aus, welches bei den Versuchen zu Calais die besten Resultate ergeben und entschied sich für das Pulver A_1.

Wichtigste Abmessungen der 75mm. Geschützröhre.

Durchmesser der Seele	zwischen den Feldern	mm	75
	zwischen der Sohle der Züge	mm	77
Länge der Seele vom Boden der Kammer bis zur Mündung		mm	1885

Länge der Seele vom Boden der Kammer bis zur Mündung in Kalibern		25
Pulver-Kammer: Länge des vom Pulver erfüllten Raumes	mm	222
Pulver-Kammer: Durchmesser	mm	88
Uebergangs-Conus zwischen Pulver- und Granatkammer: Länge	mm	62
Uebergangs-Conus zwischen Pulver- und Granatkammer: Durchmesser hinten	mm	88
Uebergangs-Conus zwischen Pulver- und Granatkammer: Durchmesser vorn	mm	75,6
Granat-Kammer: Länge	mm	105
Granat-Kammer: Durchmesser zwischen den Feldern	mm	75,6
Granat-Kammer: Durchmesser zwischen der Sohle der Züge	mm	77
Uebergangs-Conus zwischen Granatkammer und Seele: Länge	mm	3
Uebergangs-Conus zwischen Granatkammer und Seele: Durchmesser hinten	mm	75,6
Uebergangs-Conus zwischen Granatkammer und Seele: Durchmesser vorn	mm	75
Vom Geschoß zurückgelegte Seelenlänge	mm	1663
" " " " in Kalibern		22
Zahl der Züge		12
Gewicht des Rohrs	kg	465
" " " in Geschoßgewichten à 4 kg		116

Versuche mit den ersten Röhren.

Die Versuche begannen am 4. März 1873 mit dem Kanon Nr. 3, welches zuerst in Calais angelangt war. Sie bestanden zuerst in Nachforschungen über die Fertigmachung der Geschosse. Die Erfahrungen der Marine hatten gezeigt, daß die Kupferführung für die Geschosse schweren Kalibers die geeignetste ist. Die Commission des Centraldepots glaubte, es sei erforderlich, zu ermitteln, ob es nicht vortheilhaft sei, weichere Metalle für die Feldgeschosse zu verwenden.

Versuche, die im Centraldepot angestellt worden, hatten annäherungsweise den Widerstand schätzen lehren, den Hüllen verschiedener Metalle dem Durchgange durch die Züge entgegensetzen. Man hatte gefunden, daß das Verhältniß dieser Widerstände durch nachfolgende Zahlenwerthe auszudrücken ist:

Reines Blei	1250 kg.
Legirung von 95 Theilen Blei und 5 Theilen Zinn	1660 "
Legirung von 2 Theilen Blei und 1 Theil Zinn	2075 "
Reines Zinn	2075 "
Zink	6640 "
Kupfer	12 000 "

In Folge hiervon erhielt die Commission von Calais Stäbe der verschiedenen Metalle mit dem Auftrage, sie bei den Geschossen

zu verwenden. Die zur Aufnahme der Ringe bestimmten Rinnen waren auf der Drehbank schwalbenschwanzförmig eingedreht. Von der Marine entnahm man das Verfahren der Befestigung mittelst des Hammers, das von der Commission beständig in Anwendung gebracht wurde. Eine ausführliche Beschreibung wurde der Commission von dem Commandanten du Pan, dessen Geschütze erst später versucht wurden, übergeben.

Die Commission des Centraldepots legte damals einen großen Werth darauf, daß die Umhüllung mit Sorgfalt profilirt würde. Der hintere Ring sollte genau die Neigung des Uebergangsconus der Kammer besitzen. Man war außerdem der Meinung, daß die Widerstände für die Geschoßbewegung in der Seele sich infolge sehr geringer Vergrößerung der Durchmesser in erheblichem Verhältniß steigern müßten und daß eine Differenz von mehr als 2 bis 3 Zehntel eines Millimeters ernste Gefahren herbeiführen könnte. Diese auch von der Marine-Artillerie gehegte Meinung bewirkte, daß man den Umhüllungen complicirte Formen gab, bei welchen man unter Beibehalt der Neigung der Kammer, die strenge geboten worden, die Widerstände durch Auskehlungen und Abschrägungen zu vermindern suchte.

Entgegen der Praxis der Marine-Artillerie hielt die Commission des Centraldepots den Durchmesser des vorderen Ringes um 0,2$^{mm.}$ größer als den des über den Feldern gemessenen der Seele. Dieser vordere Ring drang nur in unmerklicher Weise in die Züge ein, so daß das Hinderniß, welches er der durch den hinteren Ring bestimmten Rotation entgegensetzte, ein wenig fühlbares war, und hoffte man durch diese Anordnung einen schließlichen Vortheil für die Regelmäßigkeit der Bewegung des Geschosses zu erlangen.

Zunächst hoffte man die Anschläge beim Beginn der Bewegung zu vermeiden, indem man suchte, die Achse des Geschosses in seiner ursprünglichen Lage in die Rohrachse fallen zu lassen. Zu diesem Zwecke war der Uebergangsconus zwischen der Granatkammer und der Seele in solcher Entfernung placirt, daß, wenn der hintere Ring Anschluß an diesen Uebergangsconus erhielt, der vordere Ring sich gleichzeitig an den Uebergang der Züge zur Granatkammer lehnte. Das Geschoß war in solcher Weise vorn und hinten centrirt.

Andererseits sind die Theile des vorderen Ringes, welche beim Beginn der Bewegung von den Feldern nicht eingeschnitten werden, durch die Aenderung der Krümmung der Züge gezwungen, der Einwirkung der Felder ausgesetzt. Sie finden dann Anlehnung an eine kleine geneigte Fläche, welche zu diesem Zwecke längs der Züge angebracht worden, und rufen dadurch während der Bewegung des Geschosses eine centrirende Wirkung ähnlich derjenigen hervor, welche durch die Ailettes der Geschosse des Modells 1858 erzeugt worden war.

Das Schießen aus dem Kanon Nr. 3, Drall 30 Kaliber, ließ erkennen, daß man der Verwendung von leichter schmelzbaren und weniger widerstandsfähigen Metallen als das Zink entsagen müsse. Das letztgenannte Metall selbst gab nicht einmal gute Resultate, denn an den Schießtagen des 19., 22. und 29. April 1873 erhielt man von 120 Granaten mit Zinkringen 7 völlige Brüche. Da sich etwas Aehnliches bei Kupferringen nicht gezeigt, so schrieb man es der Natur des Metalls zu, welches harte Stellen, die sich weder walzen noch zerdrücken ließen, enthält.

Die Versuche des Centraldepots hatten übrigens schon bewiesen, daß das Zink sich schlecht walzt und leicht bricht. Da die Versuche aber mit der Granate Nr. 1 ausgeführt worden waren, glaubte die Commission des Centraldepots sie später noch mit widerstandsfähigeren Geschossen aufnehmen zu sollen. Die dabei erlangten neueren Resultate ließen definitiv vom Zink Abstand nehmen.

Im Verlaufe der ersten Versuche beschäftigte sich die Commission des Centraldepots lebhaft mit der Auffindung von Mitteln zur Erleichterung des Abstreifens des Metalls der Ringe und zur Verhinderung des Abbröckelns desselben zwischen den Feldern und dem Metall des Geschosses. In dieser Absicht versuchte man Auskehlungen unter den Rändern der Ringe anzubringen und nahm endgültig eine Anordnung an, die in einer Abschrägung des Geschoßkernes vor und hinter dem Ringe besteht.

Züge. Die Röhre wurden nach ihrer successiven Ankunft in Calais mit dem Pulver A_1 beschossen und mit den vier Geschoßmodellen versucht. Die bei diesen Versuchen erlangten Geschwindigkeiten waren sehr veränderlich und lagen zwischen 450—500^{m}.

Der Vergleich der Röhre 3 und C, deren Enddrall 30 Kaliber betrug, und der Röhre 2 und B (Drall 21 Kaliber) veranlaßte

den Vorzug der Züge mit veränderlichem Drall über die Helicoidalzüge, weil ersterer die Geschoßringe weniger beschädigte und einen regelmäßigeren Schuß ergab. Die Ergebnisse dieser vier Geschütze erschienen so entschieden, daß man es für unnöthig erachtete, einen ähnlichen Vergleich mit den anderen Röhren durchzuführen. Die Röhre mit helicoidalen Zügen wurden daher für anderweitige Versuche disponibel.

Der mangelhafte Schuß des Rohrs Nr. 5 mit 57 Kaliber Drall ließ erkennen, daß dieser Drall zu lang sei und da die Kanonen 6, E und F noch nicht gezogen waren, so disponirte man sie für neue Constructionen. Das Rohr CD, mit dem Enddrall von 35 Kaliber gezogen, wurde mit den übrigen Röhren versucht.

Die mit den Röhren A, B, C, CD und D, welche mit dem Enddrall von 15, 21, 30, 35 und 42 Kaliber gezogen waren, ausgeführten Versuche zeigten, daß die Grenzen, zwischen denen man den Drall halten kann, sehr weite sind. Sie liegen zwischen 20 und 45 Kaliber. Zwischen diesen Grenzen erscheint die Präcision der Schußweite der Granaten von 4 bis 4,500$^{k.}$ um so größer, je kürzer der Drall ist. Seit dieser Zeit haben die meisten Constructeure den Enddrall ihrer Züge zwischen 20 und 30 Kaliber gewählt.

Geschosse. Die Versuche über die Geschosse waren weniger fruchtbar.

Außer den vier erwähnten Modellen versuchte man eine Granate Nr. 5 mit Rippen im Innern, bestimmt, um die Zertheilung des Geschoßkernes zu begünstigen, ferner änderte man die parabolische Ogive der Granate Nr. 1 in eine kreisförmige, außerdem versuchte man eine Granate, die hinten ogival gestaltet war, und die man mittelst einer Art hölzernen Bechers festlegte.

Aber aus allen Geschoßversuchen folgerte die Commission von Calais keine bestimmten Schlüsse, die hier präcisirt werden könnten. Die Commission des Centraldepots war ihrerseits sehr unentschieden bezüglich des zu wählenden Geschosses. Der Präses des Comités, der einen endgültigen Vergleich zwischen den Röhren angeordnet hatte, die für Feldgeschütze geeignet erschienen, wählte die Granate Nr. 1, welche eine etwas größere Menge Pulver faßte.

Die betreffenden Vergleichsversuche wurden während des Sommers 1873 mit den Kanonen 3 und C der Commission des Centraldepots, einem Kanon Olry und einem von dem Commandant

Lahitolle vorgeschlagenen Geschütz angestellt. Die Resultate derselben werden an anderer Stelle angeführt werden.

Haltbarkeit der Röhre. Abgesehen von den Resultaten in ballistischer Hinsicht, lieferten die zahlreichen aus den 75mm.-Geschützen mit 12 Zügen gethanene Schüsse werthvolle Aufschlüsse über die Widerstandsfähigkeit der stählernen Röhre, über die Eigenthümlichkeiten der Keilverschlüsse und bestätigten die Beobachtungen, welche die Commission von Calais bereits über die Metalliderungen angestellt hatte.

Die Ladungen des Pulvers A_1, die nothwendig waren, der 4,500k. schweren Granate eine Anfangsgeschwindigkeit von 500m. zu verleihen, stiegen bei einzelnen Proben bis zu 1300g.. Die Dichtigkeit der Ladung erreichte dann 0,97. So starke Dichtigkeit der Ladung wird gewöhnlich als gefährlich und als zu starke Gasspannungen bedingend betrachtet.

Die Kanonen 3, B und C ertrugen jedoch diese Ladung anscheinend ohne sonderliche Anstrengung; anders war es jedoch mit dem Kanon A. Nach 80 Schuß zeigten sich bei ihm in der Pulverkammer und an den Kanten mehrerer Züge sehr bedenkliche Risse, welche eine Einstellung des Schießens geboten erscheinen ließen. Aus den Beschädigungen des Kanon A lassen sich aber weitere Schlüsse nicht ziehen, denn thatsächlich hatte man nach dem Ziehen in den Zügen des langen Feldes Risse erkannt. Dieses Rohr, welches verworfen werden sollte, wurde nichts destoweniger Vavasseur mit einem Nachlaß von 700 Francs bezahlt. Man wollte die Wichtigkeit ermitteln, welche dergleichen Fehler für die Haltbarkeit des Rohres besitzen.

Verschlußmechanismus. Beim Keilverschluß wirkt der Rückstoß des Keils gegen eine große Oberfläche und gegen eine bedeutende Stärke, während bei dem Schraubenverschluß nur die Schraubengänge mit ihrer geringen Oberfläche und ihrer geringen Stärke den Halt gewähren. Diese Gänge unterstützen sich dabei nicht einmal immer vollständig, denn die Genauigkeit der Ausarbeitung ist niemals vollkommen, so daß die Wirkung der Gase sich von Hause aus bei den der Ladung zunächst gelegenen Gängen fühlbar macht. Die Verwendung langsam verbrennender Pulversorten nimmt freilich diesem Einwande gegen den Gebrauch der Schraube den größten Theil seines Werthes.

Der Mechanismus des Keilverschlusses bietet außerdem eine größere Einfachheit dar, als der des Schraubenverschlusses und es ist erreichbar, daß er so genau gefertigt wird, um für ein Geschütz ebenso gut wie für jedes andere zu passen.

Dagegen haften ihm folgende Nachtheile an: Er nöthigt zur Anbringung eines großen Keillochs, welches die Haltbarkeit des Bodenstücks vermindert und widersetzt sich beinahe vollständig der Anbringung von Verstärkungsringen; durch Vermehrung der Breite des Bodenstücks erschwert er die Construction einer Laffete, welche den Schuß unter hohen Richtungswinkeln gestattet.

Während der zu Calais ausgeführten Versuche hat die Arretirungsschraube zuweilen Gleitungen (grippements) veranlaßt; aber der Keil selbst zeigte stets eine sanfte und leichte Handhabung, ausgenommen, wenn die von mangelnder Liderung herrührenden Gasentweichungen den Mechanismus stark verschleimten. Wesentlich ist es, daß der Keil vor dem Schießen gut von den Fettmitteln gereinigt wird, sonst wirkt die Gasspannung auf seine Oeffnung hin, wie wiederholt im Verlaufe der Versuche festgestellt werden konnte.

Die Anordnung der Verschlußschraube des Keils bei den ersten 75 mm.-Kanonen gestattete das Eindringen des Regenwassers in ihr Lager. Unzweifelhaft wäre es möglich gewesen, diesen Uebelstand durch Placirung der betreffenden Schraube an der Seite, wie es beim Schweizer Geschütz geschehen, verschwinden zu lassen.

Liderungen. Die ersten Metallliderungen, welche die Commission des Centraldepots lieferte, waren von Stahl und von zwei verschiedenen Modellen. Sie unterschieden sich von den in den durch die Marine-Artillerie construirten Feldgeschützen benutzten Liderungen hauptsächlich durch die Anbringung von Rinnen auf der hinteren Fläche. Die Resultate waren nicht besser und man konnte constatiren, daß diese Rinnen ein vollständig ungenügendes Schutzmittel zur Verhinderung der Gasentweichungen darstellen.

Die Commission des Centraldepots ließ drei Sätze Ringe und Scheiben versuchen, die aus verschiedenen Stahlsorten gefertigt waren, nämlich aus Gußstahl und raffinirtem Stahl und aus Münzstahl (acier de monnayage).

Die Resultate waren niemals zufriedenstellend, und um eine möglichst gute Liderung zu erlangen, mußte man zu unaufhörlichen

Reinigungen seine Zuflucht nehmen. Wenn einmal begonnen, schritten die Beschädigungen der Liderungen sehr schnell weiter und griffen gleichzeitig die Liderung und ihre Anlehnungsscheibe an. Das wirksamste Mittel zur Verlängerung der Dauer der Liderungen und der Scheiben würde in dem Wechsel der Berührungspunkte, sobald sich die leiseste Gasentweichung zeigt, bestehen. Leider erlaubt der Mechanismus diese Operation nicht leicht, da der Liderungsring in seinem Lager umgelegt werden muß.

Die Commission von Calais schloß aus der ungemein großen Sorgfalt, welche die Stahlliderungen erforderten, um für eine gewisse Dauer dienstfähig zu bleiben, daß die Liderung durch Broadwell-Ringe für Feldgeschütze unpraktisch sei.

Auf das durch Oberst de Girels, Präses der Commission des Centraldepots, an ihn gestellte Verlangen versuchte Commandant de Bange die automatische Compressionsliderung, welche im Laufe des Jahres 1873 bereits gute Resultate bei den Schraubenverschlüssen ergab, auf die 75mm.-Geschütze der Commission des Centraldepots zu übertragen.

Das Rohr Nr. 4 wurde in Folge davon an das Centraldepot gesendet, um im Präcisions-Atelier verändert zu werden. Die Veränderung bestand in der Vergrößerung des Keillochs, indem an Stelle der vorderen ebenen Fläche eine cylindrische angebracht wurde. Das Lager für die stählerne Liderung verschwand und die Pulverkammer wurde in ihrer Länge verkürzt. Der cylindro-prismatische Keil, der auf seiner vorderen Fläche eine Anlehnungsscheibe für den Broadwell-Ring trug, erhielt an Stelle derselben eine Liderungsträgerschaale (coquille porte-obturateur). Ein beweglicher Kopf, dessen Schaft mit Gewinden versehen und der in der Schaale durch eine durch den Keil gehende Schraube gehalten wurde, wirkte durch Compression auf die Liderung und sollte sie gegen die vordere Fläche des Keillochs pressen, um jegliche Gasentweichung zu verhindern.

Trotz der Vorsicht, die Liderung in ihrem Lager abzuformen, indem man wiederholt auf den beweglichen Kopf mit einem in die Mündung geführten Ansetzer stieß, folgten doch die verschiedenen Liderungen nicht hinlänglich schnell dem Druck des beweglichen Kopfes, um Gasentweichungen zu verhindern, und wurden schnell unbrauchbar.

Man versuchte 1 Liderung von Blei,
3 Liderungen von Talg und Fett,
2 Liderungen von Asbest und Fett.

30 Schuß genügten zur Unbrauchbarmachung dieser 6 Liderungen.

Der Mißerfolg der Uebertragung der Liderung des Systems Bange auf den Keilverschluß trug dazu bei, daß letzterer endgültig verlassen wurde.

(Sechste Fortsetzung folgt.)

IV.

Artilleristische Beiträge zur Geschichte des ungarischen Revolutionskrieges im Jahre 1848—49.

(Fortsetzung und Schluß.)

Doch wurden trotzdem die Schanzen auf der Kriegsinsel außer Vertheidigungsstand, mehrere Häuser in der Stadt in Brand gesetzt und auf der Palatinallinie mehrfache Beschädigungen erzielt. Dagegen war das ungarische Feuer eben so lebhaft als unwirksam und oft auf ungeheure Entfernungen unternommen. Die österreichischen Batterien wurden davon äußerst selten, wohl aber tausend Schritte hinter denselben befindliche Objecte getroffen. Granaten und Bomben, an welchen die Verpflasterung der Brandröhren nicht abgelöst worden war und die daher blind gingen, waren nichts Seltenes. Ueberhaupt legten die ungarischen Artilleristen geringe Kaltblütigkeit, aber auch eine staunenswerthe Sorglosigkeit an den Tag. Die Hohlkugeln der Kanonen wurden gewöhnlich mit voller Kugelladung geschossen und zerschellten daher häufig schon im Rohre. Eröffnete eine österreichische Batterie das Feuer, so antwortete die gegenüberstehende ungarische Batterie (auch wenn es eine Mörserbatterie war) häufig mit einer Lage sämmtlicher Geschütze, so daß sie dann durch mehrere Minuten auch nicht einen Schuß abgeben konnte. Man feuerte aus Geschützen, deren Zündlöcher einen Zoll weit ausgebrannt waren, ohne an das Beischrauben oder einen Umtausch zu denken. Von Granatkartätschen wurde ein verschwenderischer Gebrauch gemacht, und es wurden selbst einzelne Patrouillen auf eine Entfernung von 1200 Schritt mit Kartätschen aus den schweren Festungsgeschützen (welche allerdings 18-, 24- und 32löthige Kugeln enthielten und daher auf diese Entfernung noch eine hinlängliche Percussionskraft besaßen) beschossen.

Das zwischen den kaiserlichen Batterien und dem Donaubrückenkopfe liegende Dorf Uj-Szöny wurde gleich am ersten Tage von beiden Theilen durch Granaten und Brandraketen angezündet.

Da bei der geringen Zahl der in Action befindlichen kaiserlichen Geschütze eine ausgiebige Wirkung des Bombardements nicht zu erwarten, der an die Waag grenzende Theil der Stadt selbst mit den weittreibenden Mörsern kaum zu erreichen war, aber auch im entgegengesetzten Falle die weitläufigen Kasematten der Palatinallinie, der alten und neuen Festung, sowie des Waagbrückenkopfes eine vollkommen gesicherte Unterkunft für die Besatzung, die Einwohner und alle Vorräthe darboten, so begann man das Unzulängliche eines bloßen Bombardements einzusehen und entschloß sich zu dem Angriffe des Donaubrückenkopfes, um nach der Vertreibung des Vertheidigers aus demselben (auf eine eigentliche Besitznahme verzichtete man) die zur Beschießung der Stadt bestimmten Batterien näher an derselben anlegen zu können. Es wurde daher der Bau von vier neuen Batterien begonnen, welche, von dem Gegner lebhaft aber ziemlich unwirksam beschossen, bereits am 29. armirt werden und das Feuer eröffnen konnten.

Die Armirung derselben bestand aus 2 eisernen Zwölf- und 2 Achtzehnpfündern, 2 sechszigpfündigen und 4 weittreibenden dreißigpfündigen Mörsern, nebst 4 langen siebenpfündigen Haubitzen. Da nunmehr der Munitionsnachschub sicher gestellt worden war, so konnte auf ein lebhafteres und daher wirksameres Feuer gerechnet werden. Doch hatten auch die Ungarn die Schanzen auf der Kriegsinsel wieder hergestellt und daselbst, sowie auf der Palatinallinie, in dem Donaubrückenkopfe und den demselben vorgelegten Werken die Geschützzahl erheblich vermehrt. Auch zeigte die Artillerie der Ungarn von jetzt an eine größere Tüchtigkeit, was dem energischen Einschreiten des neuernannten Artilleriechefs, welcher als ehemaliger österreichischer Lieutenant bei der von den Einwohnern und selbst einem Theile der Garnison begehrten Capitulation das Aergste zu besorgen hatte, beizumessen war.

F. M. L. v. Simunich, welcher die Unzulänglichkeit der bereits ausgeführten und noch projectirten Maßregeln vollkommen erkannte, schlug die Eröffnung förmlicher Laufgräben gegen den Donaubrückenkopf vor. Aber F. Z. M. v. Welden, welcher die vor Komorn stehenden Truppen als unter seinem Commando befindlich zu betrachten schien und in seinem Treiben merkwürdiger-

weise von dem seine Machtbefugnisse sonst so streng wahrenden Fürsten Windischgrätz ungestört gelassen wurde, schrieb dem Feldmarschall-Lieutenant, „daß er von diesem zeitraubenden Vorgehen Nichts wissen wolle. Dagegen sei die Beschießung fortzusetzen, die Kriegsinsel (die nahe an dem jenseitigen Ufer des Hauptarmes der Donau liegt!) zu erobern, Uj-Szöny zu verbrennen und Komorn zu zerstören. Sei dieses binnen vier Tagen nicht geschehen, so werde er seine (die von Wien nach Komorn gesendeten) Truppen zurückziehen, vorerst aber sich selbst von der Sachlage überzeugen und mit einem Grenadierbataillon und 100 Seressanern den Brückenkopf stürmen".

Solches beabsichtigte dieser General gegen ein geschlossenes, stark profilirtes, von ausgedehnten passageren Werken umgebenes, mit 18' breiten Gräben mit 7' Wassertiefe und vollkommen intakten Escarpemauern versehenes Werk auszuführen! Allerdings kam Welden, der bald darauf wirklich eintraf, von diesen Ideen ab, doch gab er vor seiner Rückkehr durch eine mittelst Luftballon in die Festung geworfene Aufforderung zur Uebergabe, in welcher er die sofortige Vernichtung der Stadt androhte, den Vertheidigern einen reichen Stoff zur Heiterkeit und erhob das Selbstvertrauen der Ungarn durch den mit ganz ungenügenden Kräften auf mehreren Punkten unternommenen Angriff, welcher natürlich mit sehr empfindlichen Verlusten der dazu verwendeten österreichischen Truppen endete.

Indessen waren zwei neue Batterien für 6 vierundzwanzigpfündige und 4 achtzehnpfündige Kanonen — des morastigen Bodens halber freilich mit unsäglicher Mühe — vollendet worden, welche am 2. April ihr Feuer — zumeist mit glühenden Kugeln — gegen den Brückenkopf und die alte Festung (an der Spitze der von der Donau und Waag gebildeten Halbinsel) eröffneten. Zugleich wurde die Erbauung von drei anderen Batterien für 6 achtzehn- und 6 vierundzwanzigpfündige Kanonen, dann für 6 sechszigpfündige Mörser und die Umlegung der Batterie Nr. 2 beschlossen. Nach der Beendigung dieser Batterien wurde an die Aushebung eines von der Batterie 4 gegen Uj-Szöny sich ausdehnenden Laufgrabens gegangen.

Das Feuer wurde nun Tag und Nacht mit ziemlicher Lebhaftigkeit, jedoch gegen mehrere Objecte wegen der zu großen Entfernung derselben nur mit geringem Erfolge fortgesetzt, wogegen

das ungarische Feuer mehr und mehr an Wirksamkeit gewann. Dennoch machten die Angriffsarbeiten solche Fortschritte, daß man an die Eröffnung einer zweiten und dritten Parallele denken und die für selbe erforderlichen Batterien proponiren konnte.

Nachdem es am 14. April durch ein besonders lebhaftes Feuer den österreichischen Batterien gelungen war, die feindlichen Geschütze fast auf der ganzen Linie zum Schweigen zu bringen, wurden auch wirklich in der bereits vollendeten ersten Parallele zwei Rikoschettbatterien auf je 3 achtzehnpfündige und zwei Demantirbatterien auf je 4 vierundzwanzigpfündige Kanonen, dann zwei Mörserbatterien für 5 weittreibende dreißigpfündige und sechszigpfündige Mörser angelegt und armirt.

Die Kunde von dem Herannahen bedeutender feindlicher Streitkräfte zu dem Entsatze der Festung lähmte jedoch die fernere Thätigkeit der Belagerer, und es wurde das Feuer fortan nur schwach fortgesetzt, sowie auch wegen Mangel an Arbeitskräften nur die durch das feindliche Feuer beschädigten Batterien ausgebessert wurden, bis endlich am 20. der Befehl zur Aufhebung der Belagerung eintraf. Schon traf man dazu alle Anstalten, und es wäre auch dann sicher das sämmtliche Artilleriematerial geborgen worden, als die Nachricht von dem zu erwartenden Eintreffen eines Theiles der Hauptarmee und die Aussagen einiger Ueberläufer, welche die Lage der Festung als eine verzweifelte darstellten, den commandirenden General zur Sistirung der bereits eingeleiteten Maßregeln veranlaßten, indem er hoffte, die Festung doch noch in seine Gewalt zu bekommen, was allerdings für die retirirende Armee von ungeheurem Vortheile gewesen wäre. Aber die Ereignisse der nächsten Tage machten diese Idee unausführbar. Alles war gefährdet, und es verdiente der Entschluß der an der Spitze der Belagerungsartillerie stehenden Offiziere, unter diesen Umständen zur Rettung des größeren Theiles den kleineren Theil nöthigenfalls zu opfern, alle Anerkennung. Drei Batterien wurden bestimmt, welche bis zum letzten Momente in Thätigkeit zu bleiben hatten, um einerseits den Feind über die begonnene Aufhebung der Belagerung zu täuschen und andererseits durch die Beschießung der zu erwartenden Ausfälle das Wegführen der Geschütze der übrigen Batterien zu decken. Dieses geschah, und obgleich der Entsatz noch früher, als man erwartete, eintraf, es an Transport-

mitteln fehlte und manche andere widrigen Umstände eintraten,*) so gelang es doch, den größten Theil des Artilleriematerials zu retten. Trotz des sandigen Bodens versuchte man mit Erfolg den Transport selbst der vierundzwanzigpfündigen Kanonen in ihren Laffeten (auf dem Marschlager), da es an Sattelwagen gebrach. Nur 4 vierundzwanzig- und 2 achtzehnpfündige Kanonen, einige Mörserschleifen, über 400 Bomben, gegen 200 Granaten, 700 Kanonenkugeln und verschiedene Laboririnstrumente und Geschützrequisiten mußten im letzten Momente, als der Feind schon einen Theil der Laufgräben besetzt hatte, zurückgelassen werden. Von den Belagerern waren in den 38 Tagen, welche die Beschießung währte, 23000 Schuß und Wurf, von den Vertheidigern aber über 30000 gemacht worden.

Die Festung Essegg, welche auf ähnliche Weise wie Komorn in den Besitz der Ungarn gelangt war, hätte, da ihre Armirung in guten Stand gesetzt worden war, einen kräftigen Widerstand leisten können, zumal da es den Oesterreichern in diesem Theile des Landes an Belagerungsgeschützen gänzlich mangelte. Demungeachtet rückte F. Z. M. Graf Nugent mit seinem schwachen Corps vor diese Festung und forderte, nachdem General v. Schneckel die Vorstädte im ersten Anlaufe weggenommen hatte, die Besatzung zur Uebergabe auf. Da die Bedingungen sehr günstig waren, und der Commandant sich auf die Besatzung nicht recht verlassen zu können glaubte, so kam auch nach kurzen Unterhandlungen die Kapitulation zu Stande, zum großen Glücke des Banus, welcher im entgegengesetzten Falle seinen Marsch nach dem Heimathslande (im April) nur auf einem großen Umwege hätte ausführen können.

Peterwardein, ebenfalls in den Besitz der Ungarn gelangt, wurde bald darauf ebenfalls von den Oesterreichern angegriffen. Es fehlte denselben hierzu Nichts, als Truppen, Geschütze, Mu-

*) So gerieth die das Laboratorium umgebende Haide entweder durch feindliche Geschosse oder durch Unvorsichtigkeit der in der Nähe lagernden Truppen in Brand, und nur die mit schleunigstem Aufgebot aller Mannschaft bewirkte Aushebung eines Grabens bewahrte vor weiterem Unglück.

nition und Geld. Unter solchen Umständen mußte man sich auf die Beobachtung der Festung und das zeitweilige Abfeuern einzelner Kanonenschüsse auf dieselbe beschränken. Auch später, als die Südarmee sich in dieser Gegend concentrirte, war, obgleich ein eigenes Cernirungscorps zusammengezogen wurde, von einem eigentlichen Angriffe keine Rede, und die Thätigkeit der kaiserlichen Truppen mußte sich darauf beschränken, Schanzen und Batterien zur Deckung gegen Ausfälle aufzuwerfen. Wiederholt wurden die österreichischen Linien durchbrochen, aber immer wieder geschlossen. Aber auch die Vertheidiger spielten eine zuwartende Rolle, und ihre Artillerie wirkte außer bei dem Bombardement des gegenüberliegenden Neusatz nur bei einigen Ausfällen mit. Im September übergab die Besatzung auf die Nachricht von der Niederlage der ungarischen Waffen diese Festung ohne lange Unterhandlungen.

Bei dem Beginne des Feldzuges hatten die Ungarn allerdings die Absicht ausgesprochen, die Hauptstadt zu vertheidigen, doch begnügte man sich mit der Aufwerfung einiger Schanzen, welche bei dem Anrücken der österreichischen Truppen ohne Kampf aufgegeben wurden. Die Festung Ofen aber wurde in dem wehrlosen Zustande gelassen, in den sie seit der Eroberung vom Jahre 1686 gerathen war. Fürst Windischgrätz ließ bald nach seinem Eintreffen einige Geschütze auf der gegen Ofen gerichteten Seite der Festung aufführen, jedoch nur zur Bedrohung der Bevölkerung. Erst später, als die Dinge nicht den gewünschten Verlauf nahmen, dachte man an die Wiederinstandsetzung der Festung, schien jedoch vorerst nur die Sicherung gegen einen Handstreich im Auge zu haben.

Die Festung, die in der That diesen Namen auch nach ihrer Herstellung nicht verdiente, befand sich in dem elendesten Zustande. Die ganze Befestigung bestand aus an die Bergwand angelehnten Escarpemauern, welche in einigen Rondellen, bastionsähnlichen Vorsprüngen, aus- und eingehenden Winkeln mit äußerst mangelhafter Flankirung gebrochen waren. Eine eigentliche Brustwehr existirte nirgends, sondern bloß eine 1—2′ dicke Brustmauer und an manchen Stellen mußte selbst diese erst hergestellt werden. Außer einigen kleinen gewölbten Räumen bei den Thoren befanden sich in der ganzen Festung keine Kasematten. Zudem wurde der

Platz von den umliegenden Bergen nicht nur beherrscht, sondern auch, namentlich von dem nahen Blocksberge, vollständig eingesehen.

In dem Hofe des Zeughauses lagen allerdings eine Menge schwerer Geschützrohre, doch fehlte es an Laffeten. Indessen wurde durch die rastlose Thätigkeit des Generals v. Hentzi in der kurzen Zeit vom 10. April bis 4. Mai Vieles geleistet.

Die Mauern wurden ausgebessert, die Brustmauern hergestellt und durch Erdanschüttung verstärkt, Geschützstände und Traversen hergerichtet und Tambaurirungen zum Abschluß der Bastionen erbaut. Da die Festung das Trinkwasser durch eine Wasserleitung von der Donau bezog, so wurde dieselbe und der Zugang zur Donau-Kettenbrücke durch Tambourirungen und Sandsack-Brustwehren gedeckt. Auch die am linken Donauufer befindliche große Artilleriekaserne, das sogenannte Neugebäude, wurde in Vertheidigungsstand gesetzt und mit der Kettenbrücke durch eine doppelte Pallisadenreihe in Verbindung gesetzt. Doch ging man noch im letzten Moment van dieser Idee ab und verzichtete auf jede Besetzung des linken Danauufers. Die Deckbalken der Kettenbrücke wurden entfernt. In dem Pfeiler am rechten Donauufer wurde eine starke Mine angelegt und überdies wurden auf einem der eisernen Tragbalken vier Wallkästen mit je zwei Centnern Pulver befestigt und mit der großen Mine durch eine Feuerleitung verbunden. Die graße Schiffbrücke aber wurde zum Abbrennen vorbereitet. Am 22. April traten die Truppen des Banus den Rückzug an, und ihrem Beispiele falgten die übrigen Armeecarps. Die Schiffbrücke wurde angezündet und brannte vollständig ab.

Die Zeit nach dem Abzuge der kaiserlichen Armee wurde zur Vervollständigung der Armirung benutzt. Freilich kannte bei den sehr beschränkten Mitteln nur Weniges geleistet werden. Das Laboratorium auf dem Waitzner Hotter hatte noch während der Kämpfe auf dem Ratosfelde geräumt werden müssen und war in die Festung verlegt worden. Dort sollte die Munition für die Armee (von welcher die leeren Wagen während des Gefechtes kamen, um Ersatz zu holen) und für die Festung laborirt werden. Später mußte das Laboratorium, da es dem feindlichen Feuer ausgesetzt war, abermals und zwar in das Souterrain des Zeughauses verlegt werden. Am 2. Mai bemerkte man den Anzug größerer feindlicher Streitkräfte auf der Pester Seite, und in der

Nacht auf den 4. meldeten die außerhalb der Vorstädte aufgestellten Vorposten die Annäherung der Ungarn auch auf der Ofener Seite, und es begann nun die denkwürdige

Vertheidigung von Ofen.

Die österreichische Garnison bestand aus 1 Bataillon Erzherzog Wilhelm (Polen), 1 Bataillon Ceccopieri (Italiener), 2 Bataillonen Grenzern (wovon eines nur 4 Kompagnien zählte), einer halben Schwadron Erzherzog Johann-Dragonern (Polen), einem Detachement Pionieren, zwei Ingenieurhauptleuten und mehreren Sappeuren, einem Detachement des Bombardierkorps, der Garnisonartillerie, einer Kompagnie des 3. und einer sechspfündigen (jedoch nicht vollständig bespannten) Batterie des 4. Artillerieregiments und einzelnen Soldaten und Offizieren verschiedener Truppenkörper. Im Ganzen beinahe 4000 Mann. Auf den Wällen und in dem Wasserretranchement standen 81 Geschütze des verschiedensten Kalibers, darunter 3 Vierundzwanzigpfünder und 2 zweipfündige Feldschlangen. Die Mörser (25 an der Zahl) und die schwereren Kanonen waren fast durchaus auf der der Donau zugekehrten Seite der Festung placirt, während die Landseite von den kleineren Kalibern vertheidigt wurde. Die Feldbatterie wurde in der Verschanzung bei der Kettenbrücke aufgeführt, woselbst sich auch mehrere leichte Doppelhaken befanden. Die Ellipse, ein auf der Wasserseite des Festungsberges befindlicher Absatz, war mit zwölf schweren Doppelhaken in bockförmigen Gestellen besetzt.

Die Artilleriemannschaft reichte kaum zur einfachen Besetzung der Geschütze aus (bei den Kanonen waren Handlanger von der Infanterie zugetheilt), daher eine Ablösung nicht möglich war, und die Leute während der ganzen Dauer der Belagerung fast ununterbrochen bei den Geschützen bleiben mußten. Auch die meisten Batterien und selbst ganze Bastione wurden nur von Feuerwerkern und Korporalen befehligt.

Am 4. Mai gegen 9 Uhr Morgens zog sich das bei Altofen postirte kaiserliche Detachement auf die Festung zurück, rasch gefolgt von den Ungarn, an deren Spitze die Husaren, wie gewöhnlich mit wahrer Tollkühnheit, vorwärts jagten. Auf dem Bombenplatze in der Wasservorstadt machten die Oesterreicher Halt und sendeten ihren Verfolgern zwei Kartätschenschüsse entgegen, wodurch jedoch

troß der geringen Entfernung nicht die Husaren, wohl aber mehrere Civilpersonen getroffen wurden, ein Zufall, der, von der ungarischen Presse ausgebeutet, nicht wenig zur Erbitterung der Bevölkerung gegen die Vertheidiger beitrug.

Es scheint, daß die Ungarn es nicht bloß auf die Berennung des Platzes abgesehen hatten, sondern den Versuch machen wollten, die Festung im ersten Anlaufe mit Sturm zu nehmen. Denn nach kurzer Rast rückten die Kolonnen auf allen Seiten an, und vorzüglich waren die Verschanzungen an der Kettenbrücke das Ziel wiederholter heftiger Angriffe. Die Angreifenden kamen hier in eine verzweifelte Lage. Auf dem ganzen Vormarsche durch das Vertikalfeuer der Festung (deren Geschütze sich allerorts in die lebhafteste Thätigkeit setzten) und an offenen Stellen auch durch direkte Schüsse beunruhigt, sahen sie sich in einer engen Gasse auf etwa 150 Schritte dem verheerendsten Kartätschen- und Gewehrfeuer von den Pallisaden her ausgesetzt.

Nach mehrstündigem Kampfe und unter enormen Verlusten zogen sich die Ungarn, deren Artillerie nur wenige Schüsse gemacht hatte, in die entlegeneren Vorstädte zurück. Die österreichische Artillerie hatte, um die Ansammlung größerer Streitkräfte in Pest zu verhindern und der dortigen Bevölkerung die Lust, sich an dem Kampfe zu betheiligen, zu benehmen, mit den Kanonen und Doppelhaken ein ziemlich lebhaftes Feuer gegen Pest unterhalten und schon an diesem Tage mehrere Bomben, die jedoch keinen bedeutenden Schaden anrichteten, hinüber geworfen.

Auch in den nächsten Tagen fuhren die Ungarn fort, die Festung nur mit Feldgeschützen zu beschießen und die Verschanzung am Wasser, sowie das Wiener- und Fischerthor zu bestürmen. Da sie sich zu diesem Behufe in der Wasserstadt zu sammeln pflegten, so wurde auch diese von der österreichischen Artillerie in ebenso lebhafter als wirksamer Weise beschossen. Da sich in dieser Vorstadt zwei österreichische Spitäler (die Armee ließ in den Spitälern von Pest und Ofen gegen 10000 Kranke und Verwundete zurück!) befanden, so mochten die Ungarn geglaubt haben, daß die Vertheidiger diesen Stadttheil mit ihren Geschossen verschonen würden. Auch Pest wurde ziemlich lebhaft beschossen, und es ließ General v. Hentzi den Ungarn sagen, daß er für jeden auf die königliche Burg abgefeuerten Schuß fünf Bomben nach Pest werfen lassen werde.

Zwei am 9. unternommene Ausfälle trieben die Angreifer aus der Wasserstadt und boten Gelegenheit, eine nicht unbedeutende Zahl von Rekonvalescenten aus den erwähnten Spitälern in die Festung zu bringen. Die nach dem Rückzuge der Ausfallstruppe heftig nachstürmenden Ungarn erlitten abermals durch das Geschützfeuer der Vertheidiger bedeutende Verluste.

Nunmehr begannen die Ungarn, welche eine Sendung von Belagerungsgeschützen erhalten hatten, die Festung auch aus diesen zu beschießen. Die umliegenden Anhöhen boten vortreffliche Aufstellungen, jedoch war der Transport der Munition mit großen Schwierigkeiten verbunden. So z. B. konnten die kleinen ungarischen Bauernwagen, welche man zu der Zufuhr auf den Blocks- und Schwabenberg benutzte, höchstens mit zwei sechzigpfündigen Bomben belastet werden. Die ersten Batterien wurden auf den genannten Bergen und auf dem Abhange des Adlerberges errichtet, wozu später noch einige Geschützaufstellungen vor dem Wiener Thore kamen. Es waren zumeist achtzehnpfündige Kanonen, lange Haubitzen und dreißig- und sechzigpfündige Mörser. Da es in der Wasserstadt an einem zur Geschützaufstellung geeigneten Platze fehlte, so versuchte man die Anwendung von Raketen, stand aber, da die Raketen mehrere Unglücksfälle herbeiführten und sich überhaupt als unbrauchbar erwiesen, sehr bald wieder davon ab.

Die nächsten Tage vergingen unter gegenseitiger an Lebhaftigkeit wechselnder Beschießung, wobei es übrigens beide Theile mehr auf die Inbrandsetzung der Wohngebäude, als auf die Bekämpfung der feindlichen Geschütze und Truppen abgesehen zu haben schienen. Auch einige kleinere Sturmangriffe fielen in diese Zeit, welche jedoch nur die Alarmirung der Besatzung und abermalige Verluste der Ungarn zur Folge hatten. Die Bewohner von Pest verließen die dem wirksamen Feuer ausgesetzten Stadttheile und zogen sich theils in die entlegeneren Vorstädte, theils in den außerhalb Pest gelegenen Stadtwald. Auch die Festung wurde von einem bedeutenden Theile ihrer Bewohner verlassen, deren Abzug die Belagerer kein Hinderniß entgegensetzten.

Die österreichische Artillerie brachte mehrere ziemlich ungewöhnliche Mittel in Anwendung oder machte von den gewöhnlichen Mitteln einen ungewöhnlichen Gebrauch. So gelang es nicht, die Dächer einiger Häuser in der Wasserstadt in Brand zu setzen, da das Werfen der Granaten wegen der kurzen Entfernung nicht

anging und beim Schleudern die Granaten durch das leichte Holzgerüst durchfuhren. Man griff nun zu Leuchtkugeln und erzielte schon bei den ersten Würfen den gewünschten Erfolg. — Hinter einer am Fuße des Festungsberges befindlichen Mauer hatten sich mehrere ungarische Schützen postirt, welche den Vertheidigern sehr lästig fielen, aber weder durch den direkten Schuß noch durch Vertikalfeuer bekämpft werden konnten. Man stellte endlich einige Mörser beinahe vertikal auf und feuerte die Bomben mit einer Ladung von wenigen Lothen ab. Die erste Bombe fiel, nachdem sie wenige Klaftern in die Höhe gestiegen war, dicht neben der Mauer nieder, ohne in den Erdboden einzudringen und warf beim Crepiren ein bedeutendes Stück der Mauer um. Von Handgranaten und Vollbomben und Vollgranaten wurde ein ziemlich ausgedehnter und oft recht wirksamer Gebrauch gemacht. Es herrschte ein fühlbarer Mangel an Brandröhren, namentlich für die größeren Bomben. Um das Feuer nicht vermindern zu müssen, wurden häufig Bomben, welche mit Sand gefüllt und mit einem einfachen Holzpfropf versehen waren, geworfen. Die Ungarn, denen es an großen Bomben mangelte, suchten diese blindgeladenen Geschosse eifrig auf, bis sie endlich durch die unerwartete und sehr verderbliche Explosion eines scharfadjustirten Sechzigpfünders wieder zu größerer Vorsicht gemahnt wurden. Von Steinwürfen wurde kein Gebrauch gemacht, dagegen wurden einige Würfe mit Mörserkartätschen (wozu man Granaten- und Bombensplitter und defekte Geschützkugeln kleinerer Gattung verwendete) jedoch ohne allen Erfolg angewendet.

Am 13. Mai wurde das Feuer der Belagerer auf allen Punkten durch acht Stunden mit der größten Lebhaftigkeit unterhalten und von den Vertheidigern in gleicher Weise erwidert. Wieder waren es zumeist die Wohngebäude, welche auf beiden Seiten den zerstörenden Geschossen zum Opfer fielen. In der Festung brannte es an fünf Orten und mehrere Gebäude wurden durch die einschlagenden Kugeln und Bomben zum Einsturze gebracht. Aber noch furchtbarer waren die Verwüstungen, welche die kaiserlichen Geschosse in Pest und den Vorstädten von Ofen anrichteten.

In Pest brannten das große Theater und das Interimstheater, mehrere Hotels und bei zwanzig andere Gebäude nieder, nicht besser erging es der Wasser-, Christiner- und Raitzenstadt

und selbst einige Hütten auf dem Bloksberge und zwei Schiffmühlen neben einer Donauinsel fingen Feuer.

Zum Schluß unternahmen die Ungarn einen allgemeinen Sturmangriff, wobei sie gegen die Festung mit Leitern anrückten, von denen sie mehrere zurücklassen mußten. Die Vertheidiger machten auch diesmal von Handgranaten und Vollbomben, ja selbst von mit der Hand geschleuderten Steinen Gebrauch, während bei der Vertheidigung der Brückenverschanzung Kartätschen und Doppelhaken ins Spiel kamen.

Das Mißlingen auch dieses Angriffes schien die Ungarn dazu zu bringen, ihr bisheriges Vorgehen zu ändern. Die Batterien gegen die Festung wurden vermehrt und stärker armirt, während die Verschanzung bei der Wasserleitung, die bisher vorzugsweise das Ziel der heftigsten Angriffe gewesen war, sich fortan einer ziemlichen Ruhe erfreute. Nur zweimal versuchten die Ungarn die Etablirung einer gegen die Pallisadirung an der Südseite gerichteten Batterie, wurden aber immer durch das wirksame Feuer der kaiserlichen Artillerie daran gehindert.

Die Angreifer begannen nun den Bau einer Breschbatterie, welcher merkwürdigerweise von den Vertheidigern fast gar nicht beachtet wurde. Erst als die Batterie vollendet dastand und auch schon armirt wurde, befahl General v. Hentzi die nachdrücklichste Beschießung derselben. Dazu war es aber nicht nur an sich zu spät, sondern es konnten auf diesem Punkte nur wenige und unzureichende Kaliber zur Anwendung kommen. Mörser standen auf dieser Seite der Festung gar keine. Da verfiel man auf den Gedanken, die auf der entgegengesetzten Seite stehenden Mörser umzukehren und mit denselben über die Häuser hinweg die gefahrdrohende Batterie zu bewerfen. Man steckte die Pokete nach dem Plane auf den Dächern aus und hatte die Genugthung, schon nach den ersten Treffern einen Vierunzwanzigpfünder zu demontiren. Allein die von den Ungarn angebrachten Deckungen und noch mehr ihr heftiges auf die erwähnte Mörserbatterie gerichtetes Feuer, machten auch dieses Auskunftsmittel bald unwirksam und unanwendbar, und das Brescheschießen hatte seinen ziemlich ungestörten Fortgang. Das lagenweise Schießen gelang ziemlich gut, doch wurde sehr schlecht gezielt und es flogen die Kugeln häufig über die Parapetmauer in die Festung, ja über dieselbe hinweg, was übrigens auch bei den von den anderen Batterien abgeschossenen

Projektilen oft der Fall war. Auch war die Bresche sehr steil und kaum praktikabel. Die Mauer (welche an sich einen bedeutenden Widerstand bot) rollte herab und ließ entweder lebendigen Felsen oder wenigstens die überaus feste und mit Wurzeln durchwachsene Erde frei.

In den Morgenstunden des 21. Mai wurde das Schicksal der Festung entschieden. Die Angreifer hatten sich schon während der Nacht in den am Fuß der Bresche befindlichen terrassenförmigen Absätzen eingenistet, von wo sie mit leichter Mühe in wenigen Augenblicken die Bresche erklimmen konnten. Wohl hatte man hinter der Bresche einen Abschnitt aufgeführt, doch konnte derselbe, sobald sich der Gegner nur etwas auf dem Wallgange ausgebreitet hatte, sofort umgangen werden. Zugleich hatten einzelne den niederen Wall bei dem Wiener Thore bereits erstiegen. Die Mannschaft des italienischen Bataillons sollte, wie es damals hieß, die Angreifer eingelassen und mittelst der Gewehre hinaufgezogen haben. Dieses ist übertrieben; wohl aber läßt es sich nicht hinwegleugnen, daß die Italiener, die bis zum 17. Mai ihre Schuldigkeit im vollsten Maße erfüllt hatten, von da an sich unbotmäßig zeigten und durch ihre Passivität den Ungarn das Eindringen erleichterten. Sie wurden von den Siegern mit besonderer Schonung behandelt, jedoch von den übrigen Gefangenen abgesondert und traten wenige Tage später beinahe durchgehends zu der neuformirten ungarisch-italienischen Legion über.

Der Regiments- und zugleich Bataillonschef Oberst v. Allnoch, nach dem General v. Hentzi der rangälteste Offizier der Garnison, war speziell mit der Vertheidigung der Verschanzung bei der Kettenbrücke betraut. Hier befand er sich auch in den Morgenstunden des 21. Er erhielt die Nachricht von dem Eindringen der Ungarn und zugleich den Auftrag, alle nur irgend entbehrlichen Abtheilungen in die Festung zu schicken, im äußersten Falle die Verschanzung auch ganz aufzugeben, um wenigstens den Platz selbst noch zu retten. Sofort wurde der dritte Theil der Besatzung dieses Postens in die Festung geschickt. Die Angreifer, welche ihr im Anfange nur mäßig unterhaltenes Feuer nunmehr mit der äußersten Heftigkeit fortsetzten, begannen gegen alle Punkte anzurücken und schienen die Verbindung zwischen der Festung und dem Retranchement abschneiden zu wollen.

Oberst v. Allnoch, welcher immer ungünstigere Nachrichten

empfing, schickte nach und nach die ganze Infanteriebesatzung und schließlich auch die Artilleristen in die Festung. Letztere hatten eben ihre Geschütze vernagelt und betraten die auf den Festungsberg führende Treppe, als die Honveds bereits über die Pallisaden zu klettern begannen.

Oberst v. Allnoch beauftragte nun den mit der Aufsicht über die Brückenminen betrauten Unteroffizier, die Leitung zu zünden; jedoch wollte oder konnte der Mann es nicht ausführen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Hauptleitung durch Zufall oder absichtlich zerstört worden war.

Der Oberst trat nun dicht zu der nächsten Mine und zündete dieselbe (durch einen Pistolenschuß oder durch eine hineingesteckte Cigarre?) an, auf diese Weise den Tod findend, den er aus Schmerz über die ihm bekannt gewordene schlechte Haltung seines Bataillons gesucht zu haben scheint. Die in dem Pfeiler selbst angelegte große Mine blieb ganz unversehrt, da deren Leitung durch eingedrungenes Wasser verdorben worden war und auch von den auf den Trägern angebrachten Wallkästen explodirte nur einer. Der hierdurch hervorgebrachte Druck war gleichwohl so stark, daß ein Band aus einem Gliede einer der Tragketten aus seiner Verbindung gerissen und gleich einem Papierschnitzel zusammengerollt wurde.

Indessen hatten die Angreifer auch in der Festung schon das Uebergewicht erhalten und drängten auf die getheilte und ihrer meisten Führer beraubte Garnison ein. Denn auch General v. Hentzi war tödtlich verwundet worden und die beiden leitenden Ingenieure, die Hauptleute Pollini und v. Cerrini, waren gefallen. Gleichwohl wurden die von der Bresche gegen den oberen Theil der Festung führenden Gassen noch durch einige Zeit mit Erfolg durch zwei aus der nächstgelegenen Bastion herbeigeführte Geschütze vertheidigt, bis endlich die Uebermacht jeden weiteren Widerstand unmöglich machte. Inzwischen feuerten die auf der Wasserseite befindlichen österreichischen Batterien unausgesetzt fort und die Bombardiere warfen, unbekümmert um die Vorgänge in der Festung, eine Bombe nach der anderen nach Pest, bis die bei der Kehle eindringenden Ungarn sie zwangen, sich auf Gnade und Ungnade zu ergeben.

Der Verlust der Artillerie an dem Tage des Sturmes ist anscheinend etwas geringer als bei den anderen Truppen, namentlich

bei den Grenzern, gegen die sich die volle Erbitterung der Sieger richtete. Es findet dieses seine Erklärung darin, daß viele Artilleristen von den deutschen Bewohnern der Festung verborgen oder mit Civilkleidern versehen wurden, wodurch allerdings mancher dem augenblicklichen Tode durch die erbitterten Sieger entging. Dafür erlagen unverhältnißmäßig viele Artilleristen während der Gefangenschaft und kurz nach derselben ihren Wunden, den gehabten Anstrengungen und verschiedenen Epidemien. So waren am Ende des Feldzuges, nachdem alle Gefangenen frei geworden waren, von der Garnisonsartillerie und der Artilleriekompagnie die kleinere Hälfte, von dem Detachement des Bombardierkorps kaum zwei Fünftel übrig geblieben.

Schon in den folgenden Tagen begann man mit der vollständigen Demolirung der Festungsmauern und mit der Wegführung sämmtlicher Artillerievorräthe, insoweit dieselben nicht für die Ausrüstung der Feldtruppen verwendet werden konnten.

Die eigentliche Belagerung dauerte allerdings nur siebzehn Tage, gleichwohl darf man behaupten, daß die Ungarn eine kostbare Zeit von nahezu sechs Wochen durch den Widerstand dieses schwachen Platzes verloren. Wäre Ofen nicht besetzt gewesen oder hätten sich die ungarischen Heerführer mit dessen einfacher Beobachtung begnügt, so konnten sie der retirirenden österreichischen Armee auf dem Fuße folgen. Man wartete, um sogleich mit hinreichender Macht auftreten zu können, bis zum 4. Mai; daher die fast unbesonnene Hast, mit welcher die ersten Angriffe ausgeführt wurden, ihren Grund in dem Wunsche hatte, die Sache mit einem Schlage zu Ende zu führen und nicht noch mehr Zeit zu verlieren. Aber auch nach dem Falle der Festung vergingen acht Tage, ehe das Gros der ungarischen Armee wieder mobil wurde und namentlich die Artillerie ihre bedeutenden Verluste an Menschen, Munition und Material nothdürftig ergänzt hatte.

Ganz eigenthümliche Verhältnisse walteten in dem südöstlichen Theile dieses großen Kriegstheaters, in dem Banat und in Siebenbürgen. Hier, wo die feindliche Partei fanatischer und energischer als irgendwo auftrat, die Nationalitäten aber, welche zu der kaiserlichen Partei hielten, zwar opferwillig und treu, aber waffenlos, verweichlicht oder eingeschüchtert und in der Minderzahl waren, auf eine Unterstützung aus den übrigen Provinzen nicht zu rechnen war und die kaiserlichen Generale ohne eine Weisung von der

Regierung, ja ganz außer Verbindung mit derselben blieben und von den in den übrigen Theilen der Monarchie sich zutragenden Ereignissen nur verspätete und ungenaue Nachrichten erhielten, fanden sich Männer, welche die verderblichen Absichten der gegnerischen Partei klar erkannten und auf eigenen Antrieb und eigene Verantwortung das Banner, zu welchem sie geschworen, erhoben und vertheidigten. Es schien, als habe gerade ihre Verlassenheit und die Entfernung von dem Sitze der Regierung ihren Blick geschärft und ihre Thatkraft gestählt. Keiner von den Festungskommandanten, obgleich es fast durchaus hochbetagte Greise waren, ließ sich durch List oder Gewalt den ihm anvertrauten Platz entwinden, im Gegentheile sammelten sie die im Lande zerstreuten kaiserlichen Detachements und waren eine Stütze der treugebliebenen Bevölkerung. Ein schönes Beispiel treuer und bewußter Pflichterfüllung und ein sprechender Beweis für die Nützlichkeit selbst ganz isolirt gelegener und strategisch fehlerhaft situirter Festungen, wenn dieselben von einem energischen Commandanten befehligt und von einer pflichttreuen Garnison vertheidigt werden!

Wohl waren die Mittel, mit denen die Ungarn gegen diese Plätze auftraten, nicht bedeutend und sie verwendeten überdies diese Mittel nur mit geringem Geschick, wenn auch ihr Eifer und ihre Energie Nichts zu wünschen ließen. Aber auch die kaiserlichen Generale verfügten nur über geringe und armselige Hilfsmittel und konnten auf einen Ersatz derselben nicht rechnen.

Das merkwürdigste und wichtigste Ereigniß dieser Art war die

Belagerung von Temesvar.

Es ist diese Belagerung eine der wenigen, über welche von dem Vertheidiger ein ordentliches Tagebuch nicht nur geführt, sondern (wenn auch, so viel wir wissen, nur als Manuskript) veröffentlicht wurde.

F. M. L. v. Rukavina, ein siebzigjähriger Greis, fand in seiner Umgebung mehrere kräftige Stützen, von denen die Generale Glaser, v. Wernhardt, Graf Leiningen und Sztankiewiz, sowie der Oberst Blomberg genannt zu werden verdienen.

Da das ungarische Ministerium den Besitz der Festung Temesvar für höchst wichtig und Rukavina schon wegen seiner Nationalität (er war ein Grenzer) für einen höchst gefährlichen Mann hielt, so suchte es denselben auf jede Weise aller seiner Hilfsmittel zu berauben.

Die Verfügungen des Ministeriums hatten damals volle Gesetzlichkeit und Rukavina und seine Getreuen, welche die feindliche Absicht durchschauten, mußten zu List und Täuschung ihre Zuflucht nehmen, um nicht völlig wehrlos zu werden. Nur auf diese Weise gelang es, einen Theil der Vorräthe zu retten und den Ersatz der in der Festung befindlichen verläßlichen Truppen durch Honveds und Nationalgarden zu hindern. Die gegen die Serben bestimmten Truppen sollten ihren Marsch durch die Festung nehmen, was jedoch von dem Festungscommandanten auf kluge Weise vereitelt wurde. Eben so verschloß er später den Rückkehrenden die Thore der Festung, zog jedoch einen Theil der Artillerie und später das Ulanenregiment Fürst Schwarzenberg an sich. Nichtsdestoweniger war jedoch die Zuversicht der Ungarn, daß der Platz in ihrem Besitze verbleiben werde, so groß, daß Oberst v. Kiß einen großen Theil seiner Reichthümer (darunter Silberbarren und Geräthe im Werthe von einer Million) in die Festung schaffen ließ, um sie vor etwaiger Plünderung durch die Serben zu bewahren. Im October erklärte endlich Rukavina in einer energischen Proklamation die Festung in Belagerungszustand und die ungarische Regierung für ungesetzlich. Die Lage der Festung war jedoch im Allgemeinen höchst mißlich. Kassen und Vorrathshäuser waren leer und das Wenige, was sich in den letztern vorfand, war schadhaft oder veraltet! Temesvar zählte zu den ersten Festungen zweiten Ranges und es waren zur Instandhaltung dieses Platzes jährlich 100,000 fl. dotirt. Gleichwohl war auch der fortifikatorische Zustand des Platzes ein kläglicher. Es zeigte sich später, daß sich die Werke so sehr gesenkt hatten, daß die Geschütze des Hauptwalles an vielen Stellen nicht über die Außenwerke hinwegfeuern konnten. Zum Glücke war die Festung außer den Ravelinen und Contregarden noch mit einer Enveloppe versehen, daher man diese Werke in der für den Hauptwall entsprechenden Weise armirte. Auch die Inundation, auf welcher die Hauptstärke mehrerer Fronten beruhte, zeigte sich, wie es sich später herausstellte, unausführbar, da sich die Höhe des Terrains im Laufe der Zeit geändert hatte. Der Begakanal, früher als ein Annäherungshinderniß geltend, war so ausgetrocknet, daß er von den Belagerern als Laufgraben und zur Anlage von Batterien benutzt werden konnte. Es waren zwar gegen 300 Geschützrohre zur Armirung der Festung vorhanden, doch befanden sich darunter sehr viele veraltete Geschütze und es

fehlte an guten Laffeten. An fertiger Munition fehlte es fast gänzlich, doch waren Pulver und Eisenmunition in hinreichender Menge vorhanden. Das Laboratorium aber war klein und nur in der nothdürftigsten Weise mit Requisiten versehen.

Die Garnison war zwar von hinreichender Stärke und wurde durch Heranziehung verschiedener Detachements und durch Anwerbung von Freiwilligen auf eine Stärke von mehr als 10000 Mann gebracht, so daß wiederholte und weitgreifende Offensivstöße unternommen werden konnten, doch war ein höchst empfindlicher Mangel an Genie- und Artillerietruppen. Von ersteren stand außer den Offizieren nur ein schwaches Detachement (etwa ein Zug) zur Verfügung. Die Artillerie aber bestand aus Detachements des 2. und 5. Artillerieregiments, einigen Raketeuren und der Garnisonartillerie. Der banater Garnisonsartilleriedistrikt, welcher sich auf die Festungen Temesvar und Arad erstreckte, zählte aber außer den Offizieren nicht mehr als 80 Mann und war thatsächlich nur ein Invalidendetachement. Wer zu jener Zeit zum Dienste in der Feldartillerie oder bei einem Artilleriedistrikte in deutschen oder italienischen Provinzen nicht mehr geeignet war, wurde zum banater oder siebenbürgischen Garnisonartilleriedistrikte übersetzt, wo er bis zu seinem Lebensende verbleiben konnte. Der damalige Commandant des banater Distrikts, welcher zugleich Artilleriedirektor von Temesvar sein sollte, war ein Veteran, welcher bereits bei Lodi gefochten hatte. Er wurde, da sich seine physische Unfähigkeit herausstellte, im Laufe der Belagerung von dem Festungscommandanten in schonender Weise seiner Obliegenheiten entbunden. Mit den Offizieren stand es nicht viel besser. Lauter Greise oder mit mannigfachen Defekten behaftete Männer! Und auch unter den Feuerwerkern und Unteroffizieren gab es Männer von 60 und 70 Jahren. Allein Rukavina, von einigen Offizieren der Feldartillerie unterstützt, schuf sich in kurzer Zeit eine eigene Artillerie. Obgleich Beförderungen und Uebersetzungen in der Artillerie sonst nur durch die General-Artilleriedirektion erfolgten und dieses Recht der genannten Behörde so gewahrt wurde, daß nicht einmal Feldherren die auf dem Schlachtfelde sich auszeichnenden Artillerieoffiziere beförderten, so glaubte Rukavina, von aller Verbindung abgeschnitten, nach eigenem Ermessen handeln zu müssen und beförderte nicht nur verdienstvolle Feuerwerker zu Offizieren, sondern übersetzte auch mehrere Infanterie-Offiziere,

welche ehedem bei der Artillerie gedient hatten, zu dieser Truppe. Zur Bedienung der Festungsgeschütze wurde die Musikbande eines Infanterieregiments und später, als ein großer Theil der Pferde des Ulanenregiments geschlachtet werden mußte, die unberittene Mannschaft desselben zugetheilt. Endlich wurden auch vier Feldbatterien zusammengestellt und nothdürftig bemannt und bespannt. Die Zahl der auf den Werken aufgestellten Geschütze stieg zuletzt auf 214, doch befanden sich darunter viele kleine Kaliber und abnorme Geschütze. So z. B. standen mehrere aus dem ersten Viertel des vorigen Jahrhunderts stammende Halbkarthaunen (Vierundzwanzigpfünder) auf den Bastionen. Unter der Armirung des befestigten Lagers befanden sich auch zwei zwölfpfündige kurze Haubitzen, eine Geschützgattung, die schon seit dem Jahre 1795 abgeschafft worden war. Man erzeugte, da keine Munition für diese Geschütze vorhanden war, Schrottbüchsen von entsprechendem Kaliber und verwendete zehnpfündige Granaten. Da es nicht nur an fertigen Patronen, sondern auch an Stoff für die Patronensäckel fehlte, so wurden bei den Kaufleuten der Festung alle nur irgend brauchbaren Stoffe (Tischleinen, Möbel-, Kleider- und Seidenstoffe) requirirt und zu Patronensäckeln verarbeitet.

Daß bei der geringen Zahl der Artillerie- und Genietruppen gleichwohl die zu einer erfolgreichen Vertheidigung erforderlichen artilleristischen und fortifikatorischen Bauten hergestellt wurden und sogar ein für eine starke Brigade ausreichendes befestigtes Lager zwischen dem Siebenbürger und Peterwardeiner Thore angelegt werden konnte, war nur der verhältnißmäßig langen Zeit, welche der Besatzung gelassen wurde, beizumessen. Denn die geringe Stärke der Ungarn, mehr aber das offensive Verhalten der Besatzung, verhinderten es bis zum 25. April 1849, daß die Festung, obgleich von der kaiserlichen Armee und den nicht insurgirten Provinzen der Monarchie abgeschnitten, belagert oder nur eingeschlossen wurde. Zwei Mal brachte die Besatzung von Temesvar sogar dem hartbedrängten Arad Hilfe und Entsatz, sowie sie es versuchte, eine Verbindung mit den Truppen Puchners herzustellen.

An dem genannten Tage wurde jedoch die Festung eingeschlossen und in den nächsten Tagen mußten die kaiserlichen Truppen alle Punkte, welche sie noch außerhalb besetzt hielten, mit Ausnahme des befestigten Lagers, räumen. Doch auch nach dieser Zeit wurden häufige und kräftige Ausfälle unternommen und es

ist in diesen die Hauptursache, daß sich die Festung so lange halten konnte, zu suchen. Welcher Unterschied zwischen diesen Vertheidigern und den Commandanten der meisten französischen Festungen in dem letzten Kriege!

Die Ungarn, welchen es zur Zeit noch an schwerem Geschütz fehlte, beschränkten sich vorläufig auf die engste Einschließung der Festung und auf die Abwehr der Ausfälle und begannen mit der eigentlichen Belagerung erst am 14. Mai, an welchem Tage sie die erste Batterie bei der Vorstadt Fabrik erbauten und mit Achtzehnpfündern und Haubitzen armirten. Das erste Feuer dieser Batterie, welche übrigens durch 10—12 Feldgeschütze unterstützt wurde, war ganz wirkungslos und wurde bald zum Schweigen gebracht. Der Bau von zwei Kanonenbatterien (Achtzehn- und Vierundzwanzigpfünder) und zwei Mörserbatterien schritt so langsam vorwärts, daß diese Geschütze erst am 9. Juni ihr Feuer eröffnen konnten. Diese Batterien konnten nicht mehr zum Schweigen gebracht werden, obgleich die österreichische Artillerie kräftig antwortete, wobei die nächsten Vorstädte wiederholt in Brand gesetzt wurden. Aber auch das ungarische Feuer war mehr den Häusern als den Werken der Festung verderblich. Diese beiderseitige Beschießung währte durch neun Tage mit ungeschwächter Heftigkeit fort, bis endlich beide Theile die Zwecklosigkeit dieses Kampfes erkannten und sich auf einzelne zur zeitweiligen Beunruhigung des Gegners abgegebene Schüsse beschränkten. Am 1. Juli wurde mit der Aushebung der ersten Parallele und mehrerer neuer Batterien begonnen, wobei die Abzweigungen der in den Begakanal führenden Gräben den Angreifern sehr zu Statten kamen. Am 4. Juli konnten 20 Batterien, zusammen mit 68 Geschützen armirt, gegen die Festung in Thätigkeit treten. Die höchste Geschützzahl, welche im Laufe der Belagerung zu gleicher Zeit in Verwendung stand, soll 90 Piecen betragen haben. Der in der folgenden Nacht unternommene Ausfall brachte jedoch die Belagerer wieder um ein Bedeutendes zurück, indem es den österreichischen Truppen gelang, 19 Geschütze zu vernageln. Auch bei mehreren folgenden Ausfällen wurden feindliche Geschütze vernagelt und sogar zwei Kanonen erobert. Bei dem Umstande, daß die Artilleristen der Festung nur ungenügend oder gar nicht abgelöst werden konnten und deren Zahl durch die furchtbar grassirenden Epidemien sich täglich verminderte, waren diese Einbußen für den Belagerer indessen nur von geringer

Bedeutung und es konnte der letztere in kurzer Zeit die Festung wieder in der lebhaftesten Weise beschießen. Besonders verheerend war das Vertikalfeuer, wodurch allerdings zumeist nur die Gebäude betroffen wurden. Doch übte dieses auch auf die Vertheidigung einen nachtheiligen Einfluß. Denn die Festung hatte außer den Kasematten in dem Hauptwalle nur äußerst wenige bombenfeste Räume. Da die meisten Häuser entweder bereits zusammengeschossen oder dem Einsturze nahe waren (das geringst beschädigte Haus auf dem Hauptplatze hatte 13 Schüsse und Würfe empfangen), so wurde jenen Einwohnern, welche in den Kellern ihrer Häuser keinen Platz fanden oder die Stadt nicht verlassen wollten (800 machten von dieser zwischen beiden Theilen vereinbarten Begünstigung Gebrauch) gestattet, mit ihrer Habe in die Kasematten, welche bereits den größten Theil der Garnison aufgenommen hatten, zu flüchten. Hierdurch wurde nicht nur das Umsichgreifen der Epidemien befördert und die Zahl der Vertheidiger täglich vermindert, sondern auch ein empfindlicher Verlust an den Vertheidigungsmitteln herbeigeführt. Um für die Menschen Platz zu machen, war man genöthigt, viele Lebensmittel und Artillerievorräthe an Orten, wo sie gegen das feindliche Feuer nur wenig geschützt waren, ja selbst ganz im Freien aufzubewahren. Sehr Vieles ging auf diese Weise zu Grunde. Der große Hof des Zeughauses und die an dasselbe anstoßenden Plätze waren mit Artilleriegegenständen aller Art bedeckt, unter welchen, als der Belagerer sein Feuer mit besonderer Heftigkeit gegen diesen Stadttheil richtete, die einfallenden Bomben die größten Zerstörungen anrichteten. Nur durch glückliche Zufälle wurde noch ärgeres Unheil verhütet. So schlug eine Bombe in einen Haufen von 200 adjustirten Bomben ein, ohne nur eine derselben zu zünden. Eine andere Bombe fiel in demselben Momente, als zwei Tonnen Pulver aus der Thüre eines Pulvermagazins gewälzt wurden, dicht vor derselben in den daselbst befindlichen — Wasserbottich und erstickte.

Am 15. Juli erfolgte die Eröffnung der zweiten Parallele. Die Angreifer benutzten hierzu den erwähnten Begakanal, während die Holz- und (ausgetrockneten) Abzugsgräben die Verbindung mit der ersten Parallele bildeten. Es wurden fünf neue Batterien angelegt, die jedoch von dem Feuer der Festung sehr viel zu leiden hatten, dieser selbst jedoch wenig schadeten. Die Ungarn, durch

die von ihrer Hauptarmee erhaltenen üblen Nachrichten zur Eile gedrängt, trachteten nun um jeden Preis in den Besitz der Festung zu gelangen und unternahmen, da ihr Feuer ohne die erwartete entscheidende Wirkung blieb, von jetzt an mehrere Sturmangriffe sowohl gegen das Lager als gegen die Festung selbst. Um die Ansammlung der Truppen und die Ausbesserung der Beschädigungen an den Batterien zu hindern, wurde nun aus der Festung bei Nachtzeit häufig auf große Entfernungen mit Kartätschen geschossen, was eben nur mit den zahlreich vorhandenen altartigen Kartätschbüchsen (mit 18-, 24- und 32löthigen Schrotten) möglich war. Durch einen solchen Schuß wurde sogar auf 1000 Schritt Entfernung ein ungarischer Achtzehnpfünder dadurch gebrauchsunfähig gemacht, daß ein auf dem Bodenstücke aufschlagender Schrott die Zündlochmuschel zusammenquetschte. Bei dieser Gelegenheit wurde auch zweimal gegen die in einer Vertiefung vor der Festung sich sammelnden Stürmenden von Spiegelgranatwürfen mit dem besten Erfolge Gebrauch gemacht.

Obgleich sich die Festungswerke in einem verhältnißmäßig guten Zustande befanden, von den Geschützen auch wenige demontirt waren und Munition (Geschosse und Pulver) im Ueberfluß vorhanden war, erschien die Lage der Festung als eine höchst mißliche. Die Verpflegung bestand nur mehr aus Pferdefleisch, Mehl und Hülsenfrüchten, und auch diese Artikel gingen, trotz der wiederholten Reduzirung der Rationen, bereits sehr zur Neige. Skorbut, Typhus, Cholera, Ruhr und Fieber wütheten in dem auch zu gewöhnlichen Zeiten höchst ungesunden Platze in der furchtbarsten Weise und es war diesen Epidemien bereits mehr als der vierte Theil der Besatzung und der Einwohner zum Opfer gefallen. Ungefähr ebenso viele lagen krank in den Spitälern und die Uebrigen waren entkräftet und erschöpft vom Hunger und den Anstrengungen. Besonders hatte die Artillerietruppe gelitten. Mehr als die Hälfte der Offiziere und ein Drittel der Mannschaft waren todt und schon jetzt mußte auf manchem Werke die Bedienungsmannschaft auf die Hälfte reduzirt werden. Es fehlte nicht nur an Medikamenten, sondern auch an Arbeitern und an Platz zum Begraben und es lagen nicht nur auf dem Glacis und in der Nähe des Lagers, sondern auch in den Gräben der Außenwerke unbeerdigte todte Menschen und Pferde.

Demungeachtet gelang es noch am 22. Juli der österreichischen

Artillerie, das feindliche Feuer auf der ganzen Linie für zwei Tage zum Schweigen zu bringen. Auch wurden zwei wiederholte Aufforderungen zur Uebergabe abgewiesen. Wohl erhielt man Nachricht von dem Falle Arads, doch deuteten die in dem ungarischen Lager bemerkten Vorgänge auf einen sich vorbereitenden Umschwung hin, bis endlich der Sieg der verbündeten Oesterreicher und Russen bei Klein-Becskerek den Entsatz brachte.

Es ist schwer abzusehen, welche Folgen der Fall dieses Platzes gehabt hätte. Denn es wären dann nicht nur die Belagerungstruppen disponibel geworden, sondern es hätte sich Bem, welcher, seinen Truppen voraneilend, während der Schlacht den Oberbefehl übernahm, mit seiner ganzen Macht dem Heere Dembinski's anschließen und mit dieser Streitkraft die Stellung zwischen Arad und Temesvar nehmen können. Auch Görgei und Vetter hätten dann einen gesicherten Halt gefunden und es stand die gesammte ungarische Macht ihren durch weite Entfernungen getrennten Gegnern, über die sie dann durch kräftige Offensivstöße leicht mehrere Partialsiege erfechten konnte, gegenüber, während im Norden Klapka durch Ausfälle aus Komorn den gesunkenen Muth der Ungarn aufrichten und mindestens die Oesterreicher zur Verstärkung der dortigen Cernirungstruppen zwingen konnte.

Noch ungünstigere Verhältnisse für den Vertheidiger walteten bei der

Belagerung von Arad.

War schon der Vertheidigungszustand von Temesvar zur Zeit der Eröffnung der Feindseligkeiten ein mißlicher, so war jener von Arad ein vollends trostloser.

F. M. L. Baron Berger, der Commandant dieses Platzes, war der älteste aktive Feldmarschalllieutenant und überhaupt einer der ältesten Veteranen der Armee. Er zählte 81 Jahre, hatte schon bei Belgrad gefochten und als Oberst in der Schlacht bei Leipzig den Theresien-Orden erhalten! Doch war er trotz vielfacher Verwundungen noch ziemlich rüstig und hatte die volle Geistesfrische bewahrt. Die Garnison bestand aus einem zum Cadre zusammengeschmolzenen Garnisonbataillon (Halbinvalide und Sträflinge), mehreren schwachen Detachements verschiedener Infanterieregimenter, einer Ulanenschwadron und einigen wenigen Geniesoldaten und Garnisonartilleristen. Die Zahl der laffetirten und brauchbaren Geschütze betrug 39, unter welchen sich einige

sechzig- und dreißigpfündige Mörser und sechs Achtzehnpfünder, sonst lauter leichte Piecen befanden. Für ein mit Außenwerken versehenes, stark profilirtes Sechseck offenbar zu wenig. An laborirter Munition mangelte es fast gänzlich und an Laborirgeräth war eben nur so viel vorhanden, daß man eine isolirte größere Batterie damit hätte ausrüsten können. Der Proviant reichte für 30, und wenn man auf die in der Festung befindlichen Pferde reflektirte, etwa auf 70 Tage aus. Zudem wurde die Festung weit früher als Temesvar angegriffen.

Denn der Kampf begann schon im Oktober nach der von dem Commandanten abgegebenen Neutralitätserklärung mit einigen Gefechten gegen die in der Nähe befindlichen Truppen und mit einem wiederholten Bombardement der Stadt, deren Bewohner sich der anbefohlenen Waffenablieferung und dem Durchmarsche des nach Temesvar rückenden Ulanenregimentes widersetzten. Doch schon am 23. Oktober erschienen die Ungarn mit größerer Macht vor dem Platze und schlossen denselben ein. Da es ihnen jedoch an Geschützen fehlte, so begnügten sie sich vorläufig mit der Anlage einiger Batterien, in welcher Arbeit sie jedoch durch das Geschützfeuer aus der Festung so aufgehalten wurden, daß sie erst am 9. November, an welchem Tage abermals die Stadt bombardirt wurde, ihr Feuer eröffnen konnten. Das Vorgehen der Ungarn war ein ziemlich regelloses. Sie richteten ihre Schüsse ohne besondere Wahl der zu beschießenden Punkte bald gegen die Außenwerke, bald gegen das Innere, wogegen die kaiserlichen Geschütze (an deren Bedienung sich auch die Mönche eines dortigen Klosters betheiligten) nicht ohne Erfolg das feindliche Feuer erwiderten und überdies Alt- und Neu-Arad wiederholt zum Zielpunkte wählten, da die Ungarn daselbst sich zu verschanzen begannen.

Am 14. Dezember erschien der von Temesvar mit einer Brigade entsendete G. M. Graf Leiningen vor der Festung und die Ungarn zogen sich nach kurzem Gefecht trotz ihrer überlegenen Zahl zurück. Die Festung wurde nun auf drei Monate verproviantirt, erhielt eine Verstärkung der Besatzung, mehrere Geschütze und ein beträchtliches Quantum Munition.

Kurz nach dem Abmarsche der Entsatztruppen kehrten die Ungarn zurück und schlossen die Festung aufs neue ein. Nun wurde der Angriff in wirksamerer Weise betrieben. Vorläufig beschränkte sich der Kampf allerdings auf eine gegenseitige Beschießung zwischen

der Festung und der Stadt Alt-Arad, indessen zogen die Ungarn Geschütze heran und begannen mit der Erbauung von Batterien. Letztere umschlossen die ganze Festung und wurden mit 94 Geschützen, unter denen sich 32 Mörser, 18—20 Haubitzen und 14 Vierundzwanzigpfünder befanden, armirt. Es waren im Ganzen 16 Demontir-, Rikochett- und Mörserbatterien, welche am 24. Januar ihr Feuer gegen alle sechs Bastionen eröffneten und dasselbe mit Lebhaftigkeit bis zum 28. fortsetzten. Obgleich auf jeden Tag mindestens 2000 Schüsse und Würfe kamen, gelang es den Belagerern doch nicht, das Feuer der Festung zum Schweigen zu bringen. Dagegen wurden die Kasernen der Festung zum größten Theile dem Einsturze nahe gebracht. Die folgenden Tage war das Feuer der Belagerer etwas schwächer, dafür vollendeten sie die erste Parallele. Noch einmal wurde der hart bedrängten Festung durch den von Temesvar anrückenden F. M. L. Gläser Hilfe gebracht. Nach einem kurzen, aber lebhaften Kampfe, an welchem sich auch die Garnison betheiligte, zogen sich die Ungarn, 25 Geschütze im Stich lassend, auf den meisten Punkten zurück. Nur aus Alt-Arad waren sie nicht zu vertreiben. Unter dem Schutze des durch längere Zeit in der Nähe der Festung verweilenden Gläser'schen Korps wurden nun einige Munitionsvorräthe, mehrere Laffeten (ein besonders erwünschter Artikel) und zwei Vierundzwanzigpfünder aus Temesvar eingeführt. Auch nach dem Abmarsche der Entsatztruppen gelang es der Besatzung, durch wiederholte Requisitionen in der Umgebung ihren Proviantvorrath um ein Geringes zu vermehren.

Die Ungarn begannen wieder näher heran zu rücken und ihre Batterien, die man nur theilweise zerstört hatte, in Stand zu setzen und durch neuangelegte Batterien zu vermehren. Bald wurde auch die Beschießung wieder aufgenommen, während welcher jedoch die Besatzung noch immer ihre Ausfälle und Requisitionszüge nach Neu-Arad fortsetzte, bis endlich in den ersten Tagen des April der Kreis auch auf dieser Seite geschlossen wurde.

Den Ungarn mochte der Fall des Platzes nur mehr als eine Frage der Zeit erscheinen, denn von Temesvar, das jetzt selbst belagert wurde, konnte fortan keine Hülfe kommen. Nur bei der Annahme, daß diese Anschauung obwaltete, ist das weitere Verhalten der Ungarn erklärbar. Sie gruben die Straßen ab, legten Verhaue, Wolfsgruben und Dämme an, leiteten das Wasser der

Maros in einen durch die Heide von Sigmundhaga gezogenen tiefen Graben und schlossen auf diese Weise die Festung fast hermetisch ab, während sie in den folgenden drei Monaten ihre Angriffsarbeiten nicht um einen Schritt weiter führten. Wozu sie aber dennoch die Beschießung fortsetzten, ja sogar neue Batterien anlegten, ist schwer zu begreifen. Durch die Beantwortung ihres Feuers von Seite der Oesterreicher zogen sie sich nur zwecklose Verluste an Menschen und Geschützen zu (ungerechnet die beinahe vollständige Zerstörung der Stadt Arad), während sie selbst nichts als die Demolirung der ohnedem schon in einen ruinenhaften Zustand versetzten Kasernen der Festung erzielten.

So vergingen die Monate April und Mai unter gegenseitiger mit ungleicher Lebhaftigkeit fortgesetzter Beschießung, wobei die Belagerten, die mit ihrer Eisenmunition wirthschaften mußten, häufig die in die Festung gesendeten Projektile wieder benutzten. Im Juni hörte das ungarische Feuer beinahe gänzlich auf und nur an einigen Tagen wurden noch mehrere Schüsse gegen die Festung gemacht und von dieser beantwortet. Es begannen die Unterhandlungen und am 1. Juli übergab der Kommandant, welcher alle seine Hilfsquellen erschöpft sah und von der Unmöglichkeit eines rechtzeitigen Entsatzes sich die Ueberzeugung verschafft hatte, den Platz gegen ehrenvollen, freien Abzug der Garnison.

So gering auch die Hilfsmittel waren, welche bei Eröffnung des Kampfes dem F. M. L. v. Puchner in Siebenbürgen zu Gebote standen, so glaubte dieser dieselben keineswegs bloß für Karlsburg (die einzige wirkliche Festung des Landes) verwenden zu dürfen und gedachte Herrmannstadt, Fogaras und Schußburg in Vertheidigungsstand zu setzen. Die Aufwerfung einiger Schanzen und die Ueberführung einiger eisernen Kanonen aus Karlsburg in die gedachten Plätze (letztere konnte nur unter Eskortirung durch eine verhältnißmäßig ansehnliche Truppenmacht bewirkt werden) war jedoch alles, was zu diesem Zwecke geschah. Daher war es auch natürlich, daß diese Städte bei dem Rückzuge der kaiserlichen Truppen in die Wallachei leichten Kaufes in die Hände des Generals Bem fielen.

Auch die Bergfeste Deva wurde im Frühjahre in Vertheidigungsstand gesetzt und mit zwei eisernen Zwölfpfündern armirt. Dieses Felsennest ist allerdings beinahe unersteiglich und nur dem Wurffeuer ausgesetzt, besitzt jedoch bloß eine kleine Cisterne. Da

die österreichische Besatzung die Passage auf der vorbeiführenden Straße durch ihre Schüsse sehr belästigte, so entsendeten die Ungarn eine halbe Brigade mit 6 Geschützen zur Belagerung von Deva. Aber die Belagerer beschränkten sich einfach auf die Beobachtung und später auf die Einschließung der kleinen Feste, welche nach zweimonatlichem Ausharren, nachdem der letzte Proviant aufgezehrt worden war, gegen freien Abzug der kleinen Garnison übergeben wurde. Deva wurde von den Ungarn noch stärker armirt. Bei dem Anrücken der kaiserlichen Truppen flog jedoch das Pulvermagazin, wahrscheinlich durch Unvorsichtigkeit, in die Luft, zerstörte den größten Theil des Schlosses und begrub die etwa 100 Mann zählende Besatzung unter den Trümmern.*)

Die Ungarn setzten endlich das Schloß von Kronstadt und die meisten Pässe des Landes in Vertheidigungsstand, doch wurden dieselben von den einrückenden österreichischen und russischen Truppen ohne Mühe überwältigt.

Merkwürdiger und wichtiger dagegen war die

Belagerung von Karlsburg.

So groß war die Verkehrtheit der Begriffe der militärischen Administration jener Provinz und die Abhängigkeit selbst des kommandirenden Generals von derselben, daß dieser in Betreff der unter den damaligen Verhältnissen so wichtigen und zugleich einzigen Festung des Landes nur verfügen konnte: „Dieselbe sei gegen einen Handstreich zu sichern und für etliche Tage mit Proviant zu versehen!"

Karlsburg, ein bastionirtes Siebeneck mit Außenwerken, liegt auf einem Hügel, der übrigens von dem nicht weit entfernten Galgenberg überhöht, wenn auch nicht eingesehen wird.

Die Garnison war nicht nur an sich zu schwach (während

*) Als man nach beinahe acht Jahren an die theilweise Wiederherstellung des Schlosses dachte und den Schutt aufzuräumen begann, fand man in dem untersten Keller einen — Menschen. Es war ein Mann der Besatzung, welcher unmittelbar vor der Explosion in den Proviantkeller geschickt worden war. Der Unglückliche war in einem entsetzlichen Zustande. Er war erblindet, hatte die Sprache verlernt und schien nahezu blödsinnig. Er hatte sich durch diese lange Zeit von dem in dem Keller befindlichen Zwieback und Wein genährt. Bei der großen Trockenheit des Lokals war der erstere noch vollkommen genießbar geblieben.

der Belagerung mußten einige Außenwerke ganz unbesetzt gelassen werden), sondern auch zum großen Theile aus Rekruten bestehend. Mit der Artillerie sah es ähnlich wie in Temesvar und Arad aus. Einige Dutzend halbinvalider Garnisonartilleristen und ein schwaches Detachement Feldartillerie, im Ganzen 170 Mann, waren die für 71 Geschütze vorhandene Artilleriemannschaft. Unter jenen befanden sich 2 dreißig- und 2 zehnpfündige Mörser, 4 Haubitzen, 6 vierundzwanzigpfündige und 9 achtzehnpfündige Kanonen. Das Geniecorps war nur durch einige Offiziere und Unteroffiziere vertreten.

G. M. Horak, der Festungskommandant, erblindete kurz vor dem Erscheinen der Ungarn. An seiner Stelle übernahm Oberst v. August aus eigenem Antriebe den Befehl. Das Tagebuch wurde von dem Garnisongeistlichen geführt.

Am 24. März 1849 erschienen die ersten ungarischen Truppen vor Karlsburg. Ihr Auftreten erschien jedoch nicht geeignet, der Besatzung besondere Besorgnisse einzuflößen, indem sie sich thatsächlich darauf beschränkten, außer Kanonenschußweite hin und her zu marschiren und Aufforderungen zur Uebergabe in die Festung zu schicken. General Bem, welcher bald darauf eintraf, ließ jedoch eine Batterie von 18 schweren Kanonen und Haubitzen auf dem Galgenberge erbauen und aus derselben die Festung am 2. April durch zwei Stunden, und als eine abermalige Aufforderung unbeantwortet blieb, abermals durch zwei Stunden — jedoch ohne nennenswerthen Erfolg — beschießen.

Da Bem die totale Unfähigkeit des mit der Führung der Belagerung betrauten Obersten Kemeny erkannt hatte, so wurde an des letzteren Stelle Oberst Baron Stein, früherer österreichischer Ingenieurhauptmann, ein in seinem Fache tüchtiger Mann, berufen. Derselbe begann sofort mit der Erweiterung und Verstärkung der auf dem Galgenberg angelegten Arbeiten und ließ die Festung enger einschließen, konnte aber nicht hindern, daß der unermüdliche Parteigänger Severu zu wiederholten Malen an der Spitze des rumänischen Landsturms seine Linien durchbrach und Verstärkung und Proviant in die Festung warf und daß aus letzterer mehrere erfolgreiche Ausfälle und Requirirungszüge unternommen wurden. Die Arbeiten an den Batterien wurden durch Ausfälle und das Feuer der Festungsartillerie so aufgehalten, daß dieselben erst am 22. Juni beendet wurden. Ueberdies mußte

Stein von dem gesammelten, ohnehin unbedeutenden Geschützpark wiederholt mehrere Piecen abgeben, so daß die fünf Batterien nur mit 2 Mörsern, 3 Haubitzen, 5 achtzehn- und vierundzwanzigpfündigen Kanonen und 16 Raketengeschützen armirt werden konnten. Am 24. Juli wurde das Feuer der Belagerer eröffnet, wodurch binnen wenigen Stunden das Zeughaus, die Commandantur, eine Kirche, ein Kloster, das bischöfliche Palais und viele Privatgebäude (freilich war der größere Theil davon nur mit Schindeln gedeckt) eingeäschert wurden. Die Brandraketen bewiesen hier ihre Zündungskraft. Den Werken hatte die Beschießung jedoch nicht den geringsten Schaden zugefügt. Stein, welcher von dem Anrücken der russischen Truppen unterrichtet war und Befehl erhalten hatte, sich der Festung um jeden Preis zu bemächtigen, schickte, ungeachtet auf seinen ersten Parlamentär gefeuert worden war, wiederholte Aufforderungen zur Uebergabe und zeigte sich zur Gewährung der günstigsten Bedingungen bereit. Leicht konnte indessen die Garnison diese Aufforderungen zurückweisen, benutzte aber die Zeit der Unterhandlungen zum Löschen des Feuers und zur Rettung der Vorräthe des Zeughauses. Die am folgenden Tage erneuerte Beschießung war, obgleich länger dauernd und mit größerer Lebhaftigkeit unterhalten, weit wirkungsloser, wogegen die Festungsartillerie drei Geschütze der Belagerer demontirte.

Fortan wurden nur noch einzelne Schüsse gegen die Festung abgegeben und zeitweise war die Ruhe eine so vollständige, daß die Belagerten an manchen Tagen zwölf scharfe Kanonenschüsse in gleichmäßigen Intervallen abfeuerten, um dadurch einem etwa in der Nähe befindlichen befreundeten Corps anzuzeigen, daß sich die Festung noch in österreichischem Besitze befinde. Zuletzt beschränkten sich die Ungarn bloß auf die Einschließung des Platzes, doch geschah auch dieses nur dem Namen nach, da die Garnison fortwährend mit dem rumänischen Landsturme in Verbindung blieb und sogar das Getreide von den nächst dem Glacis befindlichen Feldern eingebracht wurde und die der Garnison gehörigen Viehherden außerhalb der Festung weiden konnten.

Waren die Hilfsmittel des Platzes nicht genügend, so waren die Mittel, über welche die Belagerer verfügten, noch armseliger. Gleichwohl hätte Stein mit denselben Größeres leisten können, als es in der That geschah.

Endlich am 24. Juli hob Stein auf Bems Befehl die so energie- und ruhmlos geführte „Belagerung" auf.

Im Vergleiche zu anderen Festungen kam Karlsburg verhältnißmäßig leichten Kaufes davon. Die Zahl der Schüsse, welche die Ungarn gegen diesen Platz gemachte hatte, betrug wenig über 3000! Das Verdienst der Vertheidiger bestand in ihrem Festhalten an der Fahne (in der damaligen Zeit freilich von besonderem Werthe) und in ihrem aktiven Verhalten, dem die geringen Fortschritte der Belagerer wohl zum größten Theil beizumessen waren. Während der ganzen Belagerung herrschte kein eigentlicher Proviantmangel und die Garnison hatte nur 80 Verwundete und Todte, von denen überdies die meisten auf die außerhalb der Festung gelieferten Gefechte entfielen. Mit Ausnahme der Beschießung vom 24. Juni wurde die Garnison mit jenen Drangsalen, welche die Vertheidiger von Arad und Temesvar erduldeten, verschont.

A. Dittrich.

V.

Militairfragen unserer Zeit.

Alle Völker und Staaten erleben Zeitabschnitte, die mehr wie je zu ernsten Betrachtungen auffordern, inwieweit die Entwickelung des Staatslebens und der dazu benöthigten Factoren auf rationeller Grundlage basirt und die herrschenden Anschauungen, die einer Nation innewohnenden Kräfte in solche Bahnen leiten, welche zur Gesundung führen und die kräftige Fortbildung der Lebensorgane ermöglichen.

Ohne Sicherung der Machtstellung nach Außen ist eine gedeihliche Entwickelung am heimischen Herd nicht möglich.

Jede Nation ist daher bestrebt, ihrer militairischen Kraft die Richtung und Ausdehnung zu geben, welche Ruhe im Innern, Schutz und Förderung der nationalen Interessen erheischen. Charakter und Ausbildung dieser Kraft, aus offensiven und defensiven Elementen zusammengesetzt, sind individuell und durch örtliche Verhältnisse bedingt.

Für den Ausdruck der Offensivität ist keineswegs die Entfaltung einer aggressiven Macht erforderlich. Diese würde vielmehr nach unsern Rechtsanschauungen ein unmoralisches Gepräge haben und ist, wie die Geschichte lehrt, auch niemals segenbringend in ihren Consequenzen gewesen; wohl aber ist die aufmerksame Pflege einer Kraft nothwendig, die im Stande ist, Achtung zu gebieten, und, wenn nöthig, Furcht einzuflößen.

Wohl der Nation, die in ihrer Wehrkraft zu ihrem Schilde ein Noli me tangere besitzt.

Eine Nation, welche sich ungestört ihrem innern gedeihlichen Leben widmen kann, welche störende Eingriffe einfach durch Schließen der Hausthür abzuwehren vermag, oder der die Natur Wall und

Graben in höchster fortificatorischer Vollkommenheit zum Schutz des heimathlichen Bodens gegeben, wird unzweifelhaft weniger Anstrengung nöthig haben, sich zu schützen, als eine Nation, die auf allen Seiten, sozusagen Wand an Wand, einen Nachbar erblickt, der gleiche Zwecke mit gleicher Kraft und Befähigung zu verfolgen im Stande ist und der jede Hinderung seiner Entwickelung beseitigen wird, wo immer sich ihm eine günstige Gelegenheit bietet.

Ohne Ausbildung einer gewaltigen Kriegsflotte, deren Stärke der Frankreichs und Deutschlands zusammengenommen gleich ist, würde England niemals zu der Ausdehnung seines Handels und dem Genuß der aus demselben ihm reichlich zufließenden Mittel gekommen sein.

Niemand denkt daran, eine Invasion dieser Insel vorzunehmen, selbst die kühnsten Eroberungsgenies sind noch vor den Consequenzen eines solchen Unternehmens zurückgeschreckt, und doch ist die vorsichtige Regierung Jahr aus Jahr ein bestrebt, ihre Seemacht zu vervollkommnen und zu vermehren.

Wir sind nicht so glücklich situirt, wie nur einer unserer Nachbarn, die nur eine Seite einem feindlichen Eintritt exponirt haben.

Wir besitzen eine langgestreckte offene Küste, und auf den übrigen Seiten haben wir künstlich Defileen schaffen müssen, um einem feindlichen Einbruch wirksam begegnen zu können.

Unser Staatsleben ist eine fortlaufende Kette gewaltiger Anstrengungen im Ringen nach Selbsterhaltung gewesen. Eroberungskriege haben wir nie geführt, Rauflust ist unserm ruhigen ernsten Sinn zuwider, aber wir haben stets bedacht sein müssen, uns unserer Haut wehren zu können. Haben wir auch nur einen Augenblick an Aufmerksamkeit und Rührigkeit nachgelassen, so hat die unerbittliche Consequenz es auch nicht an bitterer Lehre fehlen lassen. Dank der Energie und Einsicht unserer Führer haben wir unsere Vertheidigung aber niemals in der Defensive, sondern in der Offensive gesucht und auch stets gefunden. Wer uns angreifen will, kann sicher sein, daß wir nicht warten werden, bis man uns zu Leibe geht, wir werden stets das Prävenire zu spielen suchen.

Es ist daher erklärlich, daß in Preußen und Deutschland von jeher die Kriegskunst und die damit zusammenhängenden Zweige der Waffenfabrikation eifrig gepflegt wurden, von hier aus die merklichsten Fortschritte zu verzeichnen sind und auf ihrem Gebiete die wichtigsten Erfindungen gemacht wurden.

Die Organisation hat sich vom Ritterthum, dem Landsknechtwesen in die der eigentlichen Volkswehr, der nationalen Kriegsheere umgewandelt. Ein System, welches die Noth uns zwang anzunehmen, und welches allmälig, als richtig anerkannt, auch von anderen Staaten adoptirt wurde. Es ist nicht zu leugnen, daß ein solches System tief in das innere Leben einer Nation einschneidet, oft in empfindlicher Weise, andererseits aber auch vortreffliche Handhaben zur Förderung der Bildung und Hebung von Handel und Industrie bietet.

Dem staatlichen Interesse entsprechend ist es nicht wohl möglich, daß die Organisation eine constante, unveränderliche sein kann.

In früherer Zeit genügte wenig, um formidabel zu sein, obgleich der Kostenaufwand der Unterhaltung einer militairischen Macht nicht etwa vergleichsweise geringer sich stellte, als heutzutage.

Wollte Gott, wir hätten nicht nöthig, gerade speciell dem Zwecke der Selbsterhaltung so beträchtliche Mittel zu opfern, wie heute erforderlich sind, sondern wären in der Lage, die Aufrechterhaltung, das Gedeihen unserer Nationalität ohne diese Opfer gesichert zu wissen.

Wir müssen unsere Existenz mit Aufbietung aller uns möglich zu Gebote stehenden Mittel und geistigen Kraft wahren, und daß wir das mit Erfolg thun, beweisen die oft nicht eben liebsamen Kritiken unserer Widersacher.

Die Ausbildung der Armee, wie wir sie heute haben, ist nur durch Heranziehung aller Zweige der Industrie, des Handels und der Wissenschaft möglich gewesen, die wiederum folgerecht auch ihren Nutzen daraus ziehen.

Die allgemein übliche Behauptung: die Kriegskunst ist veränderlich, ist nicht wohl zutreffend. Die Einwirkung der Wissenschaft auf die moderne Technik ließ Producte entstehen, welche wohl eine Veränderung der Tactik bedingten, die Grundprincipien sind aber stets dieselben geblieben.

Energisches, rasches Handeln, präcises Auftreten in Folge geeigneter Organisation ergeben noch immer Erfolg, wie die Anwendung überwältigender Wirkung, ermöglicht durch gediegene Ausrüstung.

Energische Action und gründliche Schulung müssen ersetzen, was die nicht eben reichlichen Hülfsquellen unseres Landes ver-

sagen, und hat das Wesen unserer Armeeleitung stets dieser Anschauung gehuldigt.

Wir haben nicht versäumt, im Stande zu sein, durch Telegraphie den einheitlichen Willen die großen Armeemassen durchzucken zu lassen, durch Eisenbahnwesen demselben die Unbehülflichkeit zu nehmen, wir haben nicht gesäumt, im geeigneten Moment der starren Vertheidigung unserer Küsten das belebende Princip der Offensivität durch Neuschaffung einer Kriegsflotte zu verleihen, und unserm überseeischen Handel Schutz zu gewähren.

Nicht minder rührig sind wir auf dem Gebiete der Ausrüstung gewesen.

Seit Einführung der Feuerwaffen, deren Ursprung dem deutschen Mönch eher zuzuschreiben, als die Erfindung des Pulvers selbst, welches zweifellos schon vor Tausenden von Jahren in Bränden und Raketen bekannt gewesen, ist der Hauptschwerpunkt in die Geltendmachung der Feuerwirkung gelegt worden. Die erste Feuerwaffe war der Mörser, aus welchem sich die Hinterladungskanone, demnächst die Handfeuerwaffe, dann die Vorderladungskanone und schließlich wieder der Hinterlader für Geschütz und Gewehr entwickelte. Die Geschichte der Feuerwaffen zeichnet ein charaktervolles Bild des sich mehr und mehr verbreitenden Einflusses der Wissenschaft auf die Ausbildung der Technik.

Auch hier sehen wir, daß die hauptsächlichsten, wichtigsten Verbesserungen und Erfindungen deutschen Ursprungs sind, und zeichnet sich vor allen neben dem 19. Jahrhundert das 15. Jahrhundert aus.

Der Büchsenlauf, die Radschloßflinte, der Stecher, das gezogene Gewehr und Geschütz, die Schildzapfen, Granaten, Windbüchsen sind deutsche Erfindungen dieser Zeit, denen sich gegen Mitte des 17. Jahrhunderts die Feuersteinflinte, 1698 der eiserne Ladestock, 1827 das Zündnadelgewehr und in den 50er Jahren die gezogene Stahlhinterladungskanone anreihten.

Die rechtzeitige Einführung von Maßregeln, welche die Feuerwirkung erhöhten, hat stets in entscheidenden politischen Situationen, deren Klärung der ultima ratio verfallen war, sich geltend gemacht, so der eiserne Ladestock, die fertige Kartusche der Artillerie im schlesischen Kriege, das Zündnadelgewehr, die Stahlkanone in unsern Kriegen von 1864, von 1866 und 1870.

Das Streben, die Feuerwirkung des Infanteriegewehres zu

erhöhen, führte durch die Uebergangsstadien des Percussions-, Delvigne- und Minié-Gewehrs zur Vervollkommnung durch Hinterladung, ein Princip, welches wir durch Entzünden der Patrone mittelst einer von hinten her einzustoßenden Nadel lösten, wozu die Ende des 17. bis Mitte 18. Jahrhunderts bereits erfundenen und durch Gay Lussac vervollkommneten Knallpräparate die Hülfsmittel ergaben. Die Hinterladung bei dem Gewehr zeigte augenfällig die wichtigen Vortheile derselben, bessere Ausnutzung des Pulvers, größere Präcision und Schußweite und vor allem schnelle und leichte Bedienung ohne Beeinträchtigung durch körperliche Anstrengung.

Die Annahme dieser an sich vortrefflichen Eigenschaften des Hinterladungssystems würde ohne gleichzeitige Entwickelung der Hülfszweige der kämpfenden Truppe zu den bedenklichsten Folgen Veranlassung gegeben haben. Die Patrone muß den sie gebrauchenden Truppentheilen, wo immer sie sich befinden, wie rasch immer ihre Bewegungen sind, in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Die Bedenken, welche bei Einführung des Hinterladungsgewehrs laut wurden, sind thatsächlich widerlegt, in einer Weise, daß weitere Ziele angestrebt werden können.

Eigenthümlich ist, daß die wissenschaftliche Behandlung und Untersuchung aller Fragen, welche die Construction eines Gewehrs doch ebenso bedingen, wie die eines Geschützes, erst in den 60er Jahren, im Anschluß an die die Artilleriewissenschaft bildenden Speculationen, aufgenommen wurden. Der wohlthätige Einfluß davon ist denn auch nicht ausgeblieben. Die Klarlegung der Constructionsprincipien mit Hülfe der eingehendsten Prüfung des Chassepot-Gewehrs führte zunächst zur Aptirung des Zündnadelgewehrs, welche, trotzdem der Krieg von 1870 uns in dieser Arbeit überraschte, unentwegt, vereint mit der gestellten Aufgabe, ein neues Gewehrsystem außerdem zu schaffen, durchgeführt wurde. Schon nach Beendigung des Krieges 1871 war das neue Gewehr festgestellt und in Ausführung.

Ob zur Erhöhung der Feuerwirkung dem einfachen Hinterlader eine Repetition anzufügen sei, war in dieser Zeit Gegenstand ernster Erwägungen.

Ihre Anwendung bei Handfeuerwaffen ist eine schon recht alte. Im 18. Jahrhundert haben wir ein deutsches Repetirgewehr für sechs Schuß mit nachschiebender Patrone und zu vier Schuß

mit drehender Bewegung des Laderaums gehabt, und ist es merkwürdig, daß unter den zahllosen Erfindungen, mit welchen gerade dieses Gebiet der Zerstörungswaffen überschüttet ist, sich keine einzige praktisch verwendbar befindet. Das Vetterli-Gewehr ist wohl noch am meisten geeignet, weiteren Bestrebungen dienen zu können.

Die Anforderungen, die der praktische Infanterist an sein Gewehr stellen muß, sind so rigoroser Art, daß naturgemäß Complicationen zurückschrecken. Die höchste Einfachheit ist geboten. Der Soldat sollte im Felde sein eigner Büchsenmacher sein können und im Falle einer Störung des Mechanismus seines Gewehrs dasselbe mit den einfachsten Mitteln wieder brauchbar zu machen im Stande sein. Andererseits aber muß der Tactiker wünschen, neben größtmöglicher Schußweite und Treffsicherheit auf den Entfernungen, welche den Feuerkampf entscheiden, auch eine erhöhte Feuergeschwindigkeit zur Geltung bringen zu können, wie bei überraschenden Angriffen und im Einzelkampf. Dies ist nur mit Hülfe der Repetition zu erreichen. Es würde als ein Fortschritt bezeichnet werden müssen, wenn unsere Handfeuerwaffe unter Umständen eine Repetition zuließe. Dem unmäßigen Munitionsverbrauch ist durch geeignete Schulung des Mannes zu begegnen.

Der Krieg von 1866 hatte unserm Zündnadelgewehr einen nicht ebenbürtigen Gegner gegenübergestellt, während wir im Kriege 1870/71 die Vortheile einer größern Schußweite, wie sie das Chassepot hatte, oft recht bitter empfanden und derselben nur durch Bravour, durch Herantragung der unserer Waffe und unseren Leuten eigenen ruhigen Feuersicherheit ein Paroli biegen konnten.

Unser neues Gewehr beseitigt die empfundenen Mängel, und können wir mit Ruhe einen Kampf mit irgend einem andern Gewehrsystem, welches uns gegenübergestellt werden könnte, aufnehmen.

Die Erkennung der Wichtigkeit, auf weitere Entfernungen Theile des Gefechtsfeldes mit Geschossen überfäen, der großen Präcision und der dadurch bedingten veränderten Gefechtsweise begegnen zu können, hat aber zu Erwägungen anderer Art Veranlassung gegeben.

Es ist das erste und natürliche Gefühl, sich gegen die Wirkung der Angriffswaffen Schutz zu verschaffen. Diesem Gefühl verdankt die schließlich vollständige Einhüllung der Person in Panzer ihre

Entstehung, wovon wir noch heute als traditionellen Rest den Küraß des schweren Reiters besitzen. Die Feuerwaffe beseitigt alle Schutzmittel für die Person, und wurde die Benutzung der sich im Terrain darbietenden Deckungen als Grundprincip der tactischen Ausbildung angenommen. Eine solche ist natürlich nur möglich bei gewandter Beweglichkeit des Kämpfers. Es läßt sich nicht leugnen, daß eine Correctur der Deckung, welche das Terrain oft in der unscheinbarsten Form gewährt, mit denkbar geringstem Aufwand von Zeit und Kraft zu ermöglichen ist, und daß die dadurch erzielten Vortheile im Schutz des Mannes von sehr gewichtiger Bedeutung sind. Der Spaten ist das dafür geeignete Instrument, dessen Einführung als Ausrüstungsgegenstand aber auch einen andern recht fühlbaren Uebelstand beseitigen wird. Die bei uns vorherrschende Schulung des Mannes ist auf Offensivität basirt, und sind ihm alle Arbeiten, vor allem Erdarbeiten, zu denen er außer Handhabung seines Gewehrs für Defensivzwecke herangezogen wird, geradezu zuwider, so daß die Ausführung derselben in gefährlicher Weise verlangsamt wird und mit hinderlicher, unnöthig großer Zahl bewirkt werden muß. Die heutige Technik vermag den Spaten mit einem Minimum von Gewicht haltbar herzustellen, jedenfalls wird das am Gewehr ersparte Gewicht durch seine Hinzufügung zur Ausrüstung nicht überschritten und wenn auch nicht gerade Erhöhung der Beweglichkeit, doch sicher keine Verminderung derselben durch Belastung des Mannes herbeigeführt. Den lähmenden Einfluß eines an sich defensiven Moments haben wir nicht zu fürchten.

Reichhaltiger und wechselvoller in den Anschauungen ist die geschichtliche Entwickelung der Kanone gewesen, und ist es interessant, zu sehen, wie nach geraumen Zeitperioden dieselben Ansichten sich immer wieder Bahn brechen mußten, um ihre Richtigkeit erkennen zu lassen.

Die Entstehungsphasen unsers Geschützsystems und der dabei mitwirkenden Speculationen und Principienfragen finden wir fast genau in den Versuchen, welche in den Jahren 1739/40 bis 1746 stattfanden, und in den darüber geschriebenen Abhandlungen abgespiegelt, mit dem einzigen Unterschiede, daß derzeit der Vorderlader Alleinherrscher war, während die entscheidenden Versuche des Jahres 1868 das Uebergewicht des Hinterladers über den Vorderlader, auch für die schweren Kaliber, documentirten. Wenngleich wir

schon vor dieser Zeit, 1857 und 1861 für Festungsartillerie, 1861 für Feldartillerie, das Hinterladungssystem angenommen hatten, so war der 7. Juli 1868 doch unbedingt der Tag, der endgültig die Frage zu Gunsten des von uns betretenen Weges in der Geschützconstruction entschied und von dem aus die rapiden Fortschritte in der Ausbildung unseres Systems datiren.

Schon im 16. Jahrhundert sagt Graf Rochus Lynar, daß unzweifelhaft vor 200 Jahren mehr Versuche gemacht seien, durch Länge des Rohrs mit der entsprechenden Ladung die größtmögliche Schußweite und Treffsähigkeit zu erzielen, als bekannt geworden seien.

In jener für die Artillerieentwickelung denkwürdigen Zeit des 18. Jahrhunderts war es Belidor, der durch seine angeregten und durchgeführten Versuche 1739/40, die allen erfahrenen Artilleristen ins Wunderbare gingen, die größte Aufregung hervorrief. Er bewies, daß für jedes Geschütz seiner Länge entsprechend nur eine richtige Ladung existire, daß im Allgemeinen die Ladungen zu groß gewählt seien und daß ferner bei gleichem Pulver die Vermehrung der Ladung nicht zum Vortheil der Wirkung, im Gegentheil zu deren Nachtheil gereiche. Belidor bewies, daß bei den Geschützconstructionen vom Verhältniß des Kalibers zur Länge von 1:19 bei dem 24-Pfünder, von 1:22 bei dem 16- und 12-Pfünder die 1/3kugelschwere Ladung, von 1:24 bei dem 4-Pfünder die 1/2kugelschwere Ladung die richtigen sind. Im Allgemeinen war 2/3- bis 4/5-, ja beim Breschefchuß volle kugelschwere Ladung üblich. Er sagt als Resumé dazu:

„Das Pulver erfährt bei seiner Verbrennung eine etwa 4000fache Volumvermehrung, jedoch empfängt das Geschoß nicht den vollen Gasdruck, sondern nur den des Quadrats der Differenz zwischen Spannung und Geschoßbewegung im Rohr, abzüglich der Verluste durch Spielraum und Zündloch. Könnte man das Geschoß abdichten, so lange bis das ganze Pulver verbrannt, oder entsprechend dem Pulver eine rationelle Verbrennung geben, so würden vergleichsweise sehr kleine Ladungen bei größter Wirkung erhalten werden."

Leider hat Belidor trotz seines mächtigen Protectors, des Cardinal Fleury, nur Verdruß und Verfolgung geerntet, ja seine Schriften waren noch nach seinem Tode der Vernichtung ausgesetzt.

Diese Versuche Belidors riefen in anderen Ländern ähnliche hervor und regten die theoretische Speculation an. So wurden in Italien 1746 durch Commendator de Vincenti, 1750 durch Ferraro di Ponsiglioni gleiche Versuche mit gleichem Resultat gemacht und durch den Director der Artillerieschule d'Antoni wissenschaftlich erläutert.

In England war es Robins, der im Jahre 1746/47 Versuche anstellte, auf Grund deren er ein neues erleichtertes Geschützsystem vorschlug. Der große Euler hat dieselben wissenschaftlich behandelt und sagt:

„In England war der Effect, daß man erkannte, daß theils das Gesuchte sich auf diese Art nicht finden ließ, theils ließ man das Gefundene auch gerne fahren, um sich nicht durch das Umconstruiren aller Stücke in zu große Kosten zu setzen. Man kehrte die herrschenden Fragen um, behielt die Geschütze, bis auf eine Kleinigkeit, so wie man sie von den Vätern empfangen, und suchte mit entsprechenden Ladungen auszukommen."

In Frankreich, von wo die Versuche ausgegangen waren, führten dieselben zur Durcharbeitung der gewonnenen Resultate, so daß 1764 eine neue Artillerie entstanden war.

Betrachten wir die artilleristischen Bestrebungen unserer Zeit, so erkennen wir als deren Charakteristik die Versuche in Schweidnitz 1857, in Jülich 1861, in Tegel 1868 und in Meppen 1879. Wir befolgten die Lehren, welche uns diese Versuche gaben, während die seiner Zeit von Robins und Euler gesprochenen Worte genau auf den uns im Jahre 1868 concurrirenden englischen Artilleristen Anwendung finden.

Die Erinnerung an die für unser Artilleriewesen denkwürdigen Tage des 31. März, 2. Juni und 7. Juli 1868 und an die in folgerichtiger Consequenz sich anreihenden Schießversuche in Meppen 1879 wird das Verständniß dafür wesentlich erhöhen.

Nachdem in den bereits erwähnten Versuchsjahren das Uebergewicht des Hinterladungssystems für Festungs- und Feld-Artillerie unzweifelhaft dargethan und zur Einführung gelangt war, stand dasselbe im Jahre 1868 noch ungelöst den Fragen gegenüber, welche dem schweren Küsten- und Schiffsgeschütz gestellt wurden. Die Schiffe hatten Panzerungen angenommen, deren Stärke und Widerstandsfähigkeit unseren Geschützwirkungen in einem Maße vorausgeeilt war, daß wir uns zu ernsten Anstrengungen genöthigt sahen.

Unser bis dahin größtes Geschütz, der 72-Pfünder, hatte uns wohl die Vortrefflichkeit des gewählten Kruppschen Geschützmaterials, gleichzeitig aber auch die Unvollkommenheit der Verschlußeinrichtung und Unzulänglichkeit der Wirkung gezeigt, und glaubten wir mit dem neuconstruirten 96-Pfünder allen Anforderungen gerecht werden zu können. Das am 31. März 1868 zum Versuch gestellte Geschütz hatte folgende Abmessungen:

Kaliber	Rohrlänge	Ladung	Geschoßgewicht
235,4	4000	21—25 kg.	152,5 kg.
		preußisches Pulver.	

Anfangsgeschwindigkeit	Gewicht
347,5—362,2	14 650 kg.

Die Trefffähigkeit auf 900 m. war: mittlere Abweichung horizontal 55,9, vertikal 72,4 cm.

Die lebendige Kraft des Geschosses pro □cm. Querschnitt betrug 1,79 bis 2,08 MT.

Die Durchschlagsfähigkeit erwies sich mit den zum Versuch gebrachten Kruppschen Stahl- und Grusonschen Hartgußgeschossen machtlos gegen jede Panzerung von über 152 mm. Eisenstärke. Die Nothwendigkeit lag vor, Panzerungen von mindestens 203 mm. Eisenstärke noch durchschlagen zu können, und zwar mit Kraftüberschuß, damit hinter der Panzerung noch Wirkung erzielt werde.

Es war Gefahr im Verzuge, unsere Schiffe lagen fertig und harrten der Ausrüstung.

In England hatte man das 9zöllige Woolwich-Geschütz im Vorderladungssystem eingeführt, welches allen derzeit gestellten Anforderungen vollkommen entsprach. Ein solches wurde am 2. Juni zum Vergleichsversuch herangezogen.

Die Abmessungen dieses Geschützes waren folgende:

Kaliber	Rohrlänge	Ladung	Geschoßgewicht
229	3180	19,5	113,5 kg.
		L. G. R. P.	

Anfangsgeschwindigkeit	Gewicht
404	13 100 kg.

Das Geschütz nahm alle Panzerungen, 203 mm. Stärke inbegriffen, und zeigte sich die Bedienung als sicher und leicht.

Die Aufregung in den artilleristischen Kreisen war eine natürliche. Unser Geschützsystem war dem Vorderlader in Bezug auf schweres Kaliber unterlegen.

Unzweifelhaft würde die Ausrüstung unserer fertigen Schiffe mit dem 9zölligen Woolwich-Geschütz erfolgt sein, wenn nicht der derzeitige Kriegsminister Excellenz v. Roon auf Antrag seiner berufenen Räthe in der Artillerieabtheilung des Krigministeriums — General Willerding, Oberst Sallbach —, welche, entgegen der nicht unberechtigt scheinenden Strömung, energisch für Aufrechterhaltung des Hinterladungssystems eintraten, eine sechswöchentliche Frist bewilligt hätte, in welcher die Ueberlegenheit des preußischen 96-Pfünders dargethan werden mußte.

Der Beweis wurde zur Stunde geführt.

Der preußische 96-Pfünder nahm am 7. Juli 1868 die 8zöllige Panzerwand mit Kraftüberschuß. Er entwickelte dabei eine Geschoßwirkung von 2,7 MT. pro □cm., während die des 9zölligen Woolwich-Geschützes nur 2,3 MT. war. Trotzdem das preußische Geschoß noch mit dickem Bleimantel versehen, also nur 2,3 MT. zur Geltung bringen konnte, stieg mit Zunahme der Entfernung das Uebergewicht derart, daß auf 915 m. Distance ein Verhältniß der Wirkungen von 1,25 gegen 1 der Woolwich-Kanone erhalten wurde.

Die Treffähigkeit auf dieser Distance war:

96-Pfünder mit 24 kg. prismatischem Pulver	horizontale Abweichung	vertikale Abweichung
	35,9 cm.	31,8 cm.
Woolwich-Geschütz	67,3 „	69,1 „

Nach der Didionschen Formel die Treffähigkeit für Ziele von kleinen Abmessungen berechnet, ergab für das preußische Geschütz eine 4,1 mal größere Treffsicherheit.

Die Wege und Speculationen, welche innerhalb dieser sechs Wochen zur Richtigstellung der Kanone führen sollten, sind ein getreues Abbild der Versuche vor 100 Jahren.

Die Mittel, durch Erhöhung von Ladung und Geschoßgewichte größere Wirkung zu erzielen, erwiesen sich als unzureichend. Die Thatsache, daß die Vergrößerung der Ladung über eine gewisse Grenze hinaus die Anfangsgeschwindigkeit nicht erhöht und die Treffähigkeit vermindert, wurde wiederholt bestätigt, und der

Lösung der Frage, die Trefffähigkeit der Hinterladungsgeschütze bei Anwendung großer Ladungen zur Erzielung großer Anfangsgeschwindigkeiten wieder herzustellen, war man dadurch noch nicht näher getreten.

Wohl aber in Rußland.

Das von Professor Wischniegradzki dargestellte und angewendete prismatische Pulver, welches zuerst in Amerika, durch Rodman erfunden, im gepreßten Zustande Verwendung fand, hatte die Trefffähigkeitsfrage wenigstens für große Kaliber zu klären begonnen. Die in unermüdlichen Versuchen vom General Majewski erwiesenen Thatsachen führten zu dem Schluß, daß die vermehrte Trefffähigkeit bei einem Maximal-Gasdruck erzielter großer Anfangsgeschwindigkeit durch Verwendung prismatischen Pulvers in großen Kalibern die Folge der vortheilhaften Gasentwickelung ist.

Die Anwendung des prismatischen Pulvers ergab sofort bei uns Gleichförmigkeit der Geschwindigkeiten. Die Differenz zwischen Maximum und Minimum betrug 6 m. gegen früher 24,5 m. Im Woolwich-Geschütz wurde im Mittel 15 m. erreicht, doch war die Temperatur von großem Einfluß, so daß an einem warmen Tage für 900 m. Distance 20 Minuten an der Elevation abgebrochen werden mußte.

Die Vergrößerung der Ladung prismatischen Pulvers ergab in progressiver Weise Zunahme der Geschwindigkeit und der Trefffähigkeit. Mit 24 kg. wurden erreicht 392 m. gegen früher 356,9 Anfangsgeschwindigkeit, so daß auf 915 m. Distance dieselbe mit 354,5 schon den Anfang der Ueberlegenheit gegen die mit dem Woolwich-Geschütze auf derselben Entfernung erzielte von 354,2 m. zeigte.

Die Trefffähigkeitszahlen sind bereits gegeben und ohne jeden Commentar überzeugend.

Mit Beseitigung des dütenlosen Bleimantels konnte die volle lebendige Kraft des Geschosses auf das Ziel mit 2,75 MT zur Geltung gebracht werden.

Die Erwägungen der am 7. Juli 1868 erlangten Resultate waren folgende:

„Es muß zugegeben werden, daß die Anordnung des englischen Systems eine vollkommen rationelle ist, daß die Construction der Seele, der Ladungsmodus, die Pulversorte so combinirt ist mit dem Geschützmaterial und dessen Constructionsverhältnissen, daß in

Summa die größtmögliche Wirkung des Schusses, die sich aus Trefffähigkeit und lebendiger Kraft zusammensetzt, erzielt wird.

Die aus den Versuchen erwiesenen Thatsachen ergeben aber, daß schon jetzt das preußische Geschützsystem in Wirkung des Schusses überlegen ist und daß das Geschützmaterial, nach den wissenschaftlichen Theorien des Generals Gadolin verwendet, eine Steigerung der Inanspruchnahme um das 1½- bis 2fache zuläßt, während wir in dem Aufbau des englischen Geschützsystems eine Zufälligkeit erblicken, die eine erforderliche Haltbarkeit nicht gewährleistet, eine Steigerung der Inanspruchnahme nicht zuläßt. Das Vorderladungssystem wird die in Aussicht genommene Vermehrung der Geschützwirkung in seinen Consequenzen nicht anders als durch Vergrößerung des Kalibers zu lösen vermögen und dadurch alle Unzuträglichkeiten, die durch Vermehrung des Geschütz- und Munitionsgewichts entstehen, unnöthig früh herbeiführen, während das von der Kruppschen Fabrik dargestellte vorzügliche Material, die auf wissenschaftlich erforschten Grundsätzen und Theorien basirte Construction, die sichere und leicht zu handhabende Verschlußeinrichtung nicht nur die Zufälligkeit der Haltbarkeit gänzlich ausschließt, sondern die Bestrebung, die vorhandenen Kaliber in ihrer Wirkung zu steigern, mit unbedingtem Erfolg zu lohnen verspricht. In Küstenbatterien wird ungeachtet der die Schiffe schützenden Panzer das Uebergewicht sein, und der Kampf wird auf nicht eben zu nahe Distancen geführt werden. Dies, sowie das geringe Zielobject der Schiffe bedingen große Treffsicherheit, mithin die Wahl eines Systems, welches dieselbe in überwiegendem Maße besitzt. Ob in Seegefechten der Kampf zwischen Schiffen nur auf nahen Distancen — wie behauptet wird — ausgefochten wird, muß dahin gestellt bleiben, jedenfalls würde auch in diesem Falle eine größere Treffsicherheit doch nur günstig einwirken. Das zu verwendende Geschoß muß eine Granate sein, welche die ihr zuertheilte Aufgabe, die Sprengwirkung im Innern des Ziels zur Geltung zu bringen, erfüllen soll, eine Aufgabe, die das englische Geschoß in negativer Weise gelöst hat. Die Sprengladung verminderte die Wirkung.

Diese Erwägungen bestimmten uns, auf dem Wege, den wir mit unserer Geschützconstruction auch für schwere Kaliber betraten, auszuharren; Erwägungen anderer Art veranlaßten die englischen

Artilleristen, gleichfalls ihr einmal angenommenes Geschützsystem nicht zu ändern.

Nach Verlauf eines Decenniums geben die im August 1879 stattgehabten Meppener Schießversuche Gelegenheit, folgendes Facit zu verzeichnen. Der frühere preußische 96-Pfünder, im Kaliber zu 24cm. abgerundet, wurde einer mit 510mm. Eisen bekleideten Panzerwand gegenübergestellt. Die Abmessungen sind:

Kaliber	Rohrlänge	Ladung	Geschoßgewicht	Geschwindigkeit	Lebendige Kraft	Gewicht
24cm.	6120	75kg.	160kg.	576,6m.	5,99 M T p □cm.	18000
	mit	75kg.	215kg. sind zu erreichen 6,31 M T p □cm., ohne			

den Gasdruck über 2700 Atmosphären zu steigern.

Die Panzerwand bestand aus einer Eisenplatte von 305mm. Stärke, einer 50mm. starken Holzzwischenlage und einer 205mm. starken Eisenplatte.

Zwei gegen diese formidable Panzerwand abgegebene Schuß durchschlugen dieselbe glatt mit 11 pCt. Kraftüberschuß.

Die verwendeten Stahlgeschosse, welche 2200 und 1200m. hinter dem Ziel gefunden wurden, waren mit Ausnahme einer Stauchung ganz unversehrt. Die Stauchung betrug in der Länge 2,38—3,12 pCt., im Durchmesser 0,56—0,33 pCt.

Die Panzerplatten waren von denselben englischen Firmen geliefert, von welchen dieselben für die Versuche 1868 bezogen waren.

Die auf 2000m. ermittelte Trefffähigkeit war:

mittlere horizontale Abweichung	vertikale Abweichung
0,375 resp. 0,58,	0,77 resp. 0,54.

Das 9zöllige Woolwich-Geschütz weist dagegen heut Ziffern auf, die wenig von denen im Jahre 1868 verzeichneten verschieden sind. Es sind daher auch die Bestrebungen, durch Einführung größerer Kaliber eine vergrößerte Wirkung zu erzielen, ganz natürlich und verständlich.

Die Meppener Versuchsresultate sind durch Verbesserung der Geschütz- und Geschoßconstruction, durch Verbesserung des Pulvers erreicht, und namentlich durch die Leistungen des 24cm.-Geschützes für die wissenschaftlichen Speculationen in der Artillerietechnik von der hervorragendsten Bedeutung. Sie erläutern, daß es für alle Verhältnisse rationeller ist, das vorhandene Kaliber zu vervoll-

kommnen, die Wirkung desselben dem größern ebenbürtig, wenn nicht überlegen zu machen, als sich durch das Streben, in der Fabricationsfähigkeit nicht zurückstehend zu erscheinen, verleiten zu lassen, ebenfalls größere Kaliber aufzustellen und einzuführen. Wir haben stets neben Wirkung Beweglichkeit als Grundprincip unseres Artilleriewesens hingestellt, entfernen wir uns nicht ohne Noth von demselben.

Diese Versuche berechtigen uns, die Beweisführung der im Jahre 1868 aufgestellten Erwägungen als abgeschlossen zu betrachten. Combiniren wir sie mit allen seit dieser Zeit vorgekommenen Ereignissen im Gebrauch, so liegt für uns kein Grund vor, eine weitere Steigerung der Geschützwirkung auch nur in Frage zu stellen. Getragen von dem vollkommensten Vertrauen in unsere Kanone können wir sichern Lohn unserer fortgesetzten Arbeit erwarten.

Die Resultate des Woolwich-Systems, welche auf Vergrößerung des Kalibers erzielt sind, erweisen in Verbindung mit den in gleicher Zeit eingetretenen Vorkommnissen im Gebrauch desselben die Fehler in Construction, Material und die Inferiorität in Wirkung zur Evidenz. Die Anwendung der Stahlröhre, mit unnöthiger Kostspieligkeit dargestellt, involvirt keine Vermehrung der Haltbarkeit. Die Bedingungen, unter denen die Umringung angefertigt und aufgebracht wird, verbieten ein gesundes Schweißen, und führen, der Natur des Materials entsprechend, bei Ueberanstrengung zum Bersten und Springen. Die Brüchigkeit des Materials ist noch überdies, wenigstens in einigen Eisensorten, bei gewissen Temperaturgraden im höchsten Maße vorhanden, so daß die absolute Festigkeit des kalten Metalls keine Sicherheit für dessen Verhalten im mäßig erwärmten Zustande abgiebt. Der plötzliche Abschnitt des äußern Ringes bietet eine scharfbegrenzte gefährliche Reduction der Widerstandsfähigkeit gegen den Gasdruck. Geschosse vom Gewicht, welches die volle Kraft der angewendeten Ladung zuließe, sind nicht anwendbar. Die Fortschritte der Wissenschaft weisen auf eine vermehrte Länge der Bohrung hin, als unbedingte Nothwendigkeit für höhere Leistung. Der Techniker muß die Verlängerung des Vorderladers, der Metallurge die Anwendung von Schmiedeeisen als praktisch unzulässig bezeichnen. Die zahlreichen Kanonen, welche in den Arsenalen liegen, welche in Schiffen und Forts montirt sind und eine enorme Summe

repräsentiren, bilden wohl den schwierigsten Punkt der Lösung des Problems, welches jetzt in England der Lösung harrt. Sie erklären die verschiedenen Auffassungen und Ansichten der durch den Vortrag des Captain Orde Brown, am 23. Januar 1880 in R. U. Service Institution gehalten, angeregten Discussionen. Nicht die große Vollkommenheit des 24cm.-Geschützes, sondern die unleugbare Thatsache, daß die in England entstandenen mächtigen Kaliber des 80- und 100-Ton-Geschützes in ihrer Wirkung durch geringere Kaliber erreicht wurden, sind die Veranlassung dieser Bewegung, die Techniker und Laien dort mit lebhaftem Interesse erfaßt haben. Es ist lehrreich für uns, das Für und Wider zu studiren.

Capt. Orde Brown resumirt in seinem Vortrage: „Nachdem in Preußen durch consequentes Durcharbeiten die augenscheinlichsten Resultate mit dem Hinterladungssystem erzielt sind, stehen wir wieder mit beiden Systemen in Versuchen, welche wir schon vor 20 Jahren aufgenommen hatten, und es kann heut Niemand, der in das Studium der Materie eingedrungen, zweifelhaft sein, daß wir schließlich uns zum Hinterlader mit prismatischem Pulver bekehren werden. Mag es nun sein, daß wir nicht hinreichend der Volkesstimme entgegentraten oder daß wir mißleitet wurden durch die Vorzüge eines individuellen Resultats, der Effect ist, wir haben nicht die Energie in unseren Versuchen entfaltet, die die Materie erforderte, wie in Deutschland."

Lieut.-General Adye bemerkt, daß das 80-Ton-Geschütz vor sechs Jahren entworfen sei, und es zu erwarten war, daß der Fortschritt der Wissenschaft bessere Resultate in Geschützen späteren Datums ergeben würde, so hätten einige der kleineren Vorderlader die deutschen Hinterlader gleichen Kalibers geschlagen. Seine eigene Meinung, unterstützt durch die des Capt. Noble, sei, daß keine Schwierigkeit bestehe, Vorder- und Hinterlader gleichen Kalibers mit gleichen Resultaten herzustellen; gleich in Treffsähigkeit, Schußweite, Geschwindigkeit und Kraft. Andere Betrachtungen, obgleich sehr wichtig, seien nicht vital, als da sind: welches ist das passendste, einfachste, billigste, sicherste und doch schnell zu bedienende Geschütz? Er bezweifle die Annahme O. Brown's, daß größere Länge für den Vorderlader Verderb sei. Das 38-Ton-Geschütz sei, 19' lang, vor 5 Jahren in Shoeburyneß in einer Kasematte während zweier Tage unausgesetzt mit einem Schuß in je 2 Mi-

nuten belegt worden, eine Anstrengung, von der er bezweifelt, daß dieselbe je von einem Hinterlader ausgehalten werde. Er befürchtet, daß Hinterlader in Thürmen durch das Oeffnen des Verschlusses die Mannschaft dem Ersticken nahe bringen, und daß die Nothwendigkeit der Sorgfalt beim Oeffnen und Schließen des Verschlusses in einem dunklen beengten Raum Verwirrung, Verzögerung und Unfälle hervorrufen wird. Er betonte das Springen eines Hinterladers auf dem „Renown“ und das Unbrauchbarwerden von Feld- und Belagerungsgeschützen in großer Zahl im französischen Kriege.

General Gordon ist der Ueberzeugung, daß Hinterlader eine der Nation aufgezwungene Nothwendigkeit seien, das Kruppsche Geschütz sei kräftiger als das 80-Ton-Geschütz. Das auf dem „Renown“ gesprungene Rohr sei alter Construction gewesen und auch nicht im Verschlußtheil gesprungen. Eine Aenderung in der Ausrüstung, so kostbar sie sei, sei nicht mehr zu vermeiden — also je früher, je besser.

Major Sladen constatirt, daß Hinterlader gefährlicher als Vorderlader seien, indessen müsse doch in den Versuch eingetreten werden.

Major Stoner warnte vor der hastigen Adoption des deutschen Systems und vor Einführung von Stahl.

Generale Smythe und Lefroy halten es für unabweisbare Nothwendigkeit, der öffentlichen Meinung über die Tüchtigkeit der Ausrüstung volle Genugthuung zu geben. Seit 10 Jahren sei England in Poussirung der Versuche hinter keiner Nation zurückgeblieben, und seien in Woolwich schwere Hinterlader in Vorbereitung.

Unzweifelhaft ist diese ganze Bewegung mit Freuden zu begrüßen, sie wird der Wissenschaft und Forschung neue Gesichtspunkte eröffnen.

Bei Feldgeschützen hat die Steigerung der Wirkung ohne gleichzeitige Vergrößerung des Kalibers große Schwierigkeit, da in ihrem Gefolge Vermehrung der Complication in der Laffetenconstruction und Ueberanstrengung der Bedienung des vermehrten Rücklaufs wegen erscheinen; abgesehen davon, daß die Vergrößerung der Geschwindigkeit in progressiver Weise vermehrten Luftwiderstand erzeugt. Bei festplacirten Geschützen ist den Uebelständen durch maschinelle Einrichtung zu begegnen, die sich jedoch bei Fahrgeschützen mit unseren Ansichten über deren constructive Anordnung nicht recht vereinigen lassen.

Wir wollen annehmen, daß das zu transportirende Gewicht von Geschütz, Laffete, Munition und Zubehör unseren Anforderungen an Beweglichkeit entspricht, daß es die angenommenen Gewichte anderer Artillerien nicht übertrifft, wissen wir, trotzdem aber fordern die im russisch-türkischen Feldzuge auf Wegen, die aller Civilisation spotten, gemachten Erfahrungen, kritische Erwägungen anzustellen, ob wir nicht, verführt durch die vortrefflichen Communicationen in Frankreich, die Grenze des zuträglichen Gewichts zu weit gezogen haben.

Das in Meppen vorgeführte 9,6-Versuchsgeschütz liefert einen neuen Beweis für die Vortrefflichkeit des Systems, indem es sich größeren Kalibern fremder Artillerien überlegen zeigte, für die Einstellung in die Feldartillerie ist es indessen zu schwer, weil es nicht genug Munition mitzuführen gestattet. Der Beweis aber, daß wir mit Niedrighaltung unseres Kalibers nicht auch noch an Wirkung gewinnen könnten, ist bis jetzt nicht geführt. Die Größe des Geschoßgewichts, Rasanz der Flugbahn und Treffsicherheit bei großer Schußweite sind entscheidend, und steigert sich deren Werth für die Taktik mit der Zunahme der durch Beweglichkeit erzielten präcisen Verwendung. Was im Geschütz anzustreben und zu erreichen möglich ist, lehrt die 24cm-Kanone.

Der Erleichterung des Geschützes, der Vermehrung des Rücklaufs muß durch Laffetenverstärkung, wofür verbessertes Material und vervollkommnete Fabrication zur Verfügung stehen, und durch Bremseinrichtung begegnet werden. Daß dazu auch eine, der vermehrten Schußweite der Infanteriewaffe und Shrapnelwirkung wegen, in Anregung gebrachte Schutzvorrichtung, für welche Major Fraser in seinen Essays sehr lebhaft plaidirt, benützt werden kann, ist constructiv möglich. Allein die bei uns herrschende Anschauung ist gegen jede künstliche Schutzeinrichtung im Felde vorweg eingenommen — und mit Recht. Neu ist diese Idee nicht, sie war schon Ende des 15. Jahrhunderts ausgeführt und im Gebrauch. Die artilleristischen Zeichnungen Glockenthons geben ein anschauliches Bild einer derartigen Construction, und wollen wir abwarten, ob die Technik heute eine Anordnung produciren wird, die unserer Armee plausibel und annehmbar erscheint.

Wir suchen unsere Stärke in ausgiebiger Wirkung, hoher Beweglichkeit und geschickter Verwendung. Napoleon I. entschied seine Schlachten zumeist durch geschickte Massirung der Artillerie im ent-

scheidenden Moment. Im österreichischen Kriege vernachlässigten wir Anfangs diesen Grundsatz und fanden einen würdigen Gegner; bei Königgrätz aber führte die I. Armee im Wesentlichen eine Artillerieschlacht, und im französischen Kriege erzwangen wir durch wuchtige Handhabung unserer Artillerie, gegenüber der Verzettelung der feindlichen, das Uebergewicht.

Ein wesentlicher Factor der Geschützwirkung ist das Geschoß. Construction und Material bedingen das Resultat. Die Construction muß das gewählte Material zur Erfüllung der gestellten Anforderungen unterstützen, um so mehr, da wir nur Granaten und keine Vollgeschosse verwenden. Neben der Haltbarkeit im Rohr verlangen wir für Feldgeschütze größte Zahl wirkungsfähiger Sprengstücke, für die schweren Kaliber größte Durchschlagsfähigkeit, für Wurfgeschosse eine minenartige Wirkung. Die dem Geschoß zu gebende Construction und Sprengladung hat sich diesen Anforderungen zu accommodiren, wobei wir eine ähnliche Thatsache, wie in Geschützen beobachten, daß mit Vermehrung der Sprengladung nicht unbedingte Vermehrung der Wirkung verknüpft ist. Die günstigste Sprengladung ist die, welche mit genügender Kraft die möglichst große Zahl Sprengstücke schleudert, welche damit vereinigt die Durchschlagsfähigkeit nicht beeinträchtigt, und welche der Eindringungstiefe entsprechende Minen- und Sprengwirkung zu äußern vermag. Hierin, sowie in der Haltbarkeit bei Durchschlagung widerstandsfähiger Ziele liegt der Schwerpunkt aller Erwägungen.

Für die Wahl des Materials ist zunächst der Zweck des Geschosses, respective das zu beschießende Ziel und der Kostenpunkt der Beschaffung entscheidend, zumal wenn gegen Panzerungen verwendbare Geschosse in Frage kommen.

Zwingt die Inferiorität des Materials behufs Erlangung der gewünschten Haltbarkeit zu einer so diminutiven Sprengkammer, daß eine genügende Zahl von Sprengstücken nicht wirkungsfähig umhergeschleudert werden kann, oder ist die Haltbarkeit des Materials so groß, daß die Sprengwirkung durch Nichtcrepiren oder Ausstoßen illusorisch wird, so ist in beiden Fällen dem Vollgeschoß, jedenfalls dem billigeren Material, der Vorzug zu geben. Ebenso ist es gleichgültig, ob ein Geschoß im Moment des Auftreffens durch den Widerstand des Ziels zu Bruch geführt wird oder durch Stauchung in seinen Abmessungen Veränderung erleidet; beides beeinträchtigt die volle Ausübung der vom Geschütz verliehenen

lebendigen Kraft. Wir sollten nicht ruhen, ein Geschoß zu erlangen, welches sein ihm ertheiltes Arbeitsmoment ungeschmälert in Durchdringung des Ziels mit nachfolgender Sprengwirkung, oder bei zu großer Härte des Ziels in Zertrümmerung desselben anwendet.

Das in Vorzüglichkeit und Verbesserungsfähigkeit dominirende Material wird zur Erreichung dieses Zweckes die meisten Chancen haben.

Wir sind immer bemüht gewesen, den Beweis der Vortrefflichkeit unserer Geschützwirkung an der widerstandsfähigsten Stelle zu führen, für die Aufgabe der Zerstörung eines Ziels sollten wir aber nicht gerade die stärkste Seite und Stelle desselben als den Ausgangspunkt der Lösung wählen. Der gekrümmten Flugbahn und der dafür geeigneten Geschosse ist nicht die genügende Aufmerksamkeit zugewendet worden. In dieser Richtung für die nächste Zeit in Aussicht genommene Versuche werden unzweifelhaft mehr Anregung geben.

Der Einfluß der modernen Geschützwirkung hat natürlich auch Angriff und Vertheidigung fester Plätze reformirt.

Um einen Platz wirksam vertheidigen zu können, um ihn die Rolle spielen zu lassen, die er spielen soll, der Stützpunkt der Offensive zu sein, muß er vor Bombardement geschützt werden, um so mehr, wenn er, wie dies in der Regel der Fall ist, der Sitz lebhaften Handels, reger Industrie und blühender Kunst ist. Die früher üblichen, mit großer Kunst erdachten complicirten Vertheidigungssysteme sind heut werthlos, sie sind dem modernen Geschütz gegenüber verfallen, wie die massiven Burgen des mittelalterlichen Ritterthums der faulen Grete.

Der zu befestigende Platz erhält eine Umwallung der einfachsten Form mit möglichst großem Unterkunftsraum und reichlich dotirten Depots. Vor demselben, in einer Entfernung, die der Schußweite der modernen Geschütze entspricht, führen wir, unterstützt durch auf begünstigten Punkten angelegte permanente Vertheidigungspositionen, unsern eigentlichen Vertheidigungskrieg. Eine zusammenhängende Vertheidigungslinie hier anzulegen, würde zu kostspielig sein, wir haben keine Mittel für chinesische Mauern, und vor Allem nicht unsern Ansichten entsprechend, der Offensive einen hervorragenden Platz in der Vertheidigung einzuräumen. Der Charakter des heutigen Festungskrieges ist sozusagen ein Kampf

zwischen passageren Vertheidigungswerken, welche je nach Umständen angelegt und in Thätigkeit gebracht werden. Wie im Feldkriege die geschickte Translocation der Massen, das plötzliche Auftreten an entscheidenden Punkten und zur richtigen Zeit von überwältigendem Erfolg begleitet ist, wird in dem Ringen um eine Position die Geltendmachung einer, den jeweiligen Umständen angepaßten, vermehrten Wirkung die Entscheidung bedingen. Benutzt die Vertheidigung die ihr gebotenen Hülfsmittel, und sind ihr dieselben bei der gewaltigen Ausdehnung des Kampffeldes durch Eisenbahn und Telegraphie nützlich verfügbar, so muß sie dem Angriff ebenbürtig sein, bis auf den Zeitpunkt der Dauer der Vorräthe. Wir glauben gegenwärtig dem Angriff überlegen zu sein, uns ihm jedenfalls überlegen machen zu können.

Die permanenten Anlagen in der vorgeschobenen Vertheidigungslinie, wie in der Umwallung des Platzes sind mit allen Mitteln, welche die moderne Technik bietet, auszustatten, zu Trägern der Vertheidigung zu machen, aus denen diese neues Material, neuen Muth schöpft. Die Ausstattung dieser Anlagen muß schon das Gepräge des moralischen Uebergewichts an der Stirn tragen. Die fortificatorischen Anlagen müssen den Charakter der Unzerstörbarkeit repräsentiren, die artilleristische Ausrüstung muß, gestützt auf die Gewerbthätigkeit des Platzes, in einer Vollkommenheit auftreten, welche dem Angriff unerlaubt ist. Communicationsmittel müssen reichlich vorbereitet sein.

All dies sind sehr wohl anerkannte Ziele, welche die Vertheidigung erreichen könnte, welche aber schwer zu erhalten sind. Mit Rücksicht auf die verfügbaren Geldmittel wird nur das Nothwendigste ins Auge gefaßt werden können, und vor allem der eventuell auch zu führende Angriff Beachtung finden müssen, die Beschaffung einer großen Zahl von Geschützen, von reichlicher Munition und großen Vorräthen ist Hauptbedingung. In fortificatorischer Beziehung sind die Ziele wohl nicht ganz glücklich angestrebt worden. Die hohen Profilirungen der Werke, die Traversenanlagen erleichtern dem Angreifer das Zielen und die Zerstörung unserer Kampfmittel, so daß der Artillerist sich behaglicher und sicherer in den Batterien fühlt, die in maximo nur etwa 1^m über das Terrain hervorragen, und in welche der größte Theil der Geschütze im Verlaufe des Gefechts übergeführt wird, während nur ein geringer Theil in den permanenten Stützpunkten verbleibt. Die Anlage

glacisförmiger Wallkörper mit Reversvertheidigung würde sicherlich zweckentsprechender sein.

Die nothwendige Consequenz der modernen Geschützwirkung und Technik ist die Verwendung des Eisens in der Vertheidigung als Panzerung, sie ermöglicht Zähigkeit und erhöht die Nachhaltigkeit des Widerstandes. Sie wird sich daher an den Punkten am wirksamsten erweisen, welche den Schluß eines Vertheidigungsabschnitts bilden, oder deren räumliche Ausdehnung beschränkt ist. Die Kostspieligkeit dieses Materials bedingt jedoch nur beschränkte Anwendung, das Hauptvertheidigungsmaterial ist und bleibt die Erde. Das stabile starre Vertheidigungsmoment muß durch Actionsfähigkeit der Feuerwaffen, die hinter ihm Schutz finden, paralysirt, die Beweglichkeit derselben, die mit allen technischen Mitteln unterstützt werden kann, muß zu belebender Wirkung gebracht werden. Kräftige Geschütze, die leicht ihren Standpunkt verändern und sich dem angreifenden Zieler entziehen können, sind geeignete Hülfsmittel dafür.

Wie wichtig es ist, mit den Zukunftsfactoren zu rechnen, sehen wir, nachdem kaum 5 Jahre seit Anlage der ersten fortificatorischen Eisenwerke verflossen sind, recht deutlich. Was derzeit reichlich genügte, bedarf heut der Verbesserung.

Es ziemt sich wohl für mich, in dieser Sache einige Worte zu sagen. War ich doch bestrebt, gerade auf diesem Gebiete eine Construction zu schaffen, die nach zehnjähriger geduldiger Durcharbeitung endlich die Annahme und Ausführung ermöglichte und unserer nationalen Industrie zum Segen gereichte.

Wir waren, als ich mit dieser Arbeit begann, nicht in der Lage, für unsere Landbefestigungen ein Material zu wählen, das wir zum Schutz unserer Schiffe verwendeten. Wir vermochten es nicht herzustellen, und stand der Kostenpunkt nicht mit dem Zweck im Einklang. Ich empfahl den Eisenhartguß, der in seinen Eigenschaften Erfolg, seiner einfachen Darstellungsart wegen die Durchführbarkeit versprach, und in den Händen der Grusonschen Fabrik gewährleistet hat.

Ich verfehlte derzeit, auch später, nicht, wiederholt darauf hinzuweisen, daß es rathsam sei, auf Materialverbesserung hinzuarbeiten, um gleichen Schritt mit der sich stets steigernden Geschützwirkung halten zu können, ohne Dimensionen annehmen zu müssen, welche der praktischen Ausführung hinderlich wären. Eine Frage



tes General Todleben: „Was thun Sie, wenn der jetzt hingestellte Panzer der vermehrten Geschützwirkung nicht mehr zu widerstehen vermag, schmiedeeiserne Platten kann man zur Noth übereinanderschichten? war eine Mahnung, die Materialverbesserung nicht aus dem Auge zu lassen.

Wie im Geschützsystem die Vergrößerung des Kalibers, um größere Leistung zu erzielen, gewissermaßen die Schwäche des Systems verräth, so bedeutet im Panzermaterial die stets wachsende Zunahme der Dicke, welche zur Unmöglichkeit der praktischen Anwendung führte, Unzulänglichkeit, Stagnation in der Technik.

Die dem neu eingeführten Eisenhartguß anhaftenden guten Eigenschaften, die ihn recht eigentlich zur Verwendung für Panzer qualificiren, sind Härte, welche die Eindringung der Geschosse behindert, und Haltbarkeit gegen Zertrümmerung. Eigenschaften, von denen nur die letztere dem sonst üblichen Panzermaterial, dem Schmiedeeisen, vermöge seiner Zähigkeit allerdings im erhöhten Maße eigen ist. Vergleichen wir beide Panzermaterialien, so können wir sagen, daß wenn jedes derselben die hervorragend gute Eigenschaften des andern hätte, ein vollkommenes Panzermaterial entstehen müßte. Hätte der Hartguß die Zähigkeit des Schmiedeeisens, das Schmiedeeisen die Härte des Hartgusses — das Problem der Panzerfrage könnte als gelöst betrachtet werden. — Der Hartguß wie das Schmiedeeisen müssen durch Stärkedimension ersetzen, was ihnen fehlt, der Hartguß muß dicker gemacht werden, um nicht zertrümmert, das Schmiedeeisen gleicherweise, um nicht durchschossen zu werden. Immerhin wird es möglich sein, mit Hülfe der Dicke eine genügende Haltbarkeit zu erzielen, aber auf Kosten der praktischen Verwerthung. Die Stärkedimensionen, welche dem Hartguß gegeben werden müssen, gestatten, trotz der sonst recht vortheilhaften praktischen Constructionsverhältnisse, welche jede Anwendung von Verbolzung und Verankerung unnöthig machen, doch nur eine sehr beschränkte Ausnützung, wenn es diesem Material nicht gelingt, seine vortrefflichen Eigenschaften zu erhöhen, anstatt lähmende Mittel zum Ersatz dafür anzuwenden.

Ein mit 115^{mm}-Panzerung bekleidetes Schiff konnte früher sehr gut der 15^{cm}-Kanone widerstehen, während jetzt eine 200^{mm}-Panzerung als ungenügend bezeichnet werden muß. Um solche Panzer tragen zu können, müßte das Schiff umconstruirt oder es müssen

Panzer von größerer Widerstandsfähigkeit bei gleichem Gewicht geschaffen werden.

Schon im Jahre 1869 wurde auf dem Tegeler Schießplatz eine mit Stahl bekleidete schmiedeeiserne Platte zum Versuch gebracht, welche trotz der sehr mangelhaften Darstellung wohl erkennen ließ, wie wesentlich ein dichtes hartes und gleichzeitig zähes Material die Eindringungsfähigkeit des Geschosses herabmindert. Seit jener Zeit haben unablässig Fabrikationsversuche in dieser Richtung stattgehabt, und beweisen die Fabrikate der Neuzeit, daß Verminderung des Panzergewichts bei gleicher Widerstandsfähigkeit zu erreichen ist.

Die von mir seiner Zeit ausgesprochene Ansicht, es liege die Möglichkeit vor, durch Materialverbesserung in Gewicht und Kosten 30 pCt. bei gleicher Haltbarkeit sparen zu können, wird heut nicht mehr ähnlichen Angriffen ausgesetzt sein, wie ich sie derzeit zu erleiden hatte.

Der Einsicht unserer Ingenieurbehörden, der Energie der Grusonschen Fabrik ist es zu danken, daß Hartgußpanzer eingeführt und hergestellt wurden, die Ansichten aber, welche bei Einführung derselben maßgebend waren, sind vergessen oder wenigstens der aufmerksamen Beachtung entzogen worden.

Die im Jahre 1876 in Spezzia durchgeführten Schießversuche waren hervorragend anregend für das Studium der Geschützwirkung, des Panzer- und Geschoßmaterials, an welche sich in werthvoller Continuität die von Shoeburyneß 1877 und 1879 in Meppen anreihten.

Die modernen Panzerconstructionen haben gezeigt, daß es möglich ist, einem einzelnen Schuß der mächtigen Kaliber den Einbruch in den vertheidigten Raum zu verwehren, aber nicht möglich, dem continuirlichen Feuer vergleichsweise geringer Geschoßwirkung zu widerstehen, und ferner, daß die Vermehrung der Widerstandsfähigkeit der Panzerplatten gegen Eindringung der besten Geschosse um mindestens 15 pCt. bei gleicher Dimension gelungen ist. Die Ersparniß an Panzergewicht eines Kriegsschiffes von der Klasse des „Inflexible" beträgt beispielsweise 600 000$^{kg.}$ bei einer Panzerstärke von 406,4$^{mm.}$

Die Hauptstärke des Panzers muß darin gesucht werden, daß derselbe das Geschoß zwingt, die lebendige Kraft in Deformation aufzuarbeiten, bevor es Gelegenheit hat zu durchschlagen, und daß der Zertrümmerung durch Zähigkeit des Materials begegnet wird.

Es war dies die Erwägung, welche mich veranlaßte, das Hartgußmaterial, in welchem ich derlei Eigenschaften erkannte, zur Verwendung von Panzern vorzuschlagen und die Construction darnach zu modificiren. — Das Princip ist als ein gesundes und richtiges anerkannt und auf die Darstellung gewalzter Platten angewendet worden.

Es war lange Zeit die Meinung aller Techniker, daß Schmiedeeisen das einzig brauchbare Material für Schiffspanzer sei. Die Steigerung der Dimension der Schutzmittel und deren Anbringung wurde ermöglicht durch Beschränkung derselben auf die Lebensorgane, ja durch vollkommene Beseitigung des Seitenpanzers und alleinige Aufbringung eines Deckpanzers. Auch diese Constructionsmaßnahmen sind heut nicht mehr genügend, ebensowenig, wie die Vorschläge Russels, die Panzerung nur an der Innenseite der Schiffswand anzubringen. Wird die Verwendung von Panzer nicht beschränkt, so bedeutet eine solche Anordnung in keiner Weise Herabminderung des Panzergewichts, wohl aber Gefährdung der Schiffsconstruction in den Wandungen selbst durch schwache Geschosse.

Die Aufbringung einer 76mm. starken Stahlschicht auf 152mm. Eisen ist genügend, eine solche Platte fähig zu machen, 3 Schuß nebeneinander ohne Zerstörung aufzunehmen, von denen einer ausreicht, eine schmiedeeiserne Platte gleicher Dimension, 228mm, glatt zu durchschlagen. Gegen Schrägfeuer tritt der Vorzug noch schärfer hervor.

Indessen bin ich der Meinung, daß die Zeit nicht mehr fern ist, in welcher wir die Panzerungen der Schiffe auf ein Minimum beschränken werden, wenn nicht ganz fallen lassen und vielleicht nur das Lebensorgan „Maschine und Kessel und die Munition" schützen. Dem schwimmenden Kämpfer werden als Angreifer große Gewandtheit, daher große Fahrgeschwindigkeit und vorzüglichste mächtige Angriffswaffen, als Vertheidiger mehr der Charakter einer Batterie mit entsprechend gebildeter Panzerung zu geben sein.

Die Einführung des Eisens in die Landbefestigung und Küstenvertheidigung ist ein mächtiger Fortschritt, den das eifrige Studium bestrebt sein muß, in gleichem Niveau mit dem kühnen Vorangehen des Angriffs zu erhalten, aber nicht durch Vermehrung der Masse, sondern durch Material-Vervollkommnung und geschickte Verwendung.

Ein weites Feld für den Metallurgen wie für den Techniker! Im Festungs- und Belagerungskriege haben wir mit der dauernden, auf einen Punkt concentrirten Beschießung, wenn auch mit vergleichsweiser geringer Geschoßwirkung, zu rechnen. Die Anwendung der Hinterladung, möglichst vollkommener Schartenschluß, sowie sichere Deckung gegen den hohen Bogenschuß und Wurf ist unerläßlich.

In der Küstenvertheidigung ist den größten Kalibern, deren Aufnahme und Gebrauch die Schiffe gestatten, Rechnung zu tragen. Die mit gleichen wirkungsvollen Geschützen armirten Batterien, Sperrvorlagen und schwimmende Batterien werden den Kampf auf weite Distancen zwingen, und nur vorübergehend wird ein kühnes Vorgehen des Angreifers ein Nahgefecht zu Stande bringen. Die Trefferzahl wird daher im Vergleich zum Landkriege nur einen geringen Procentsatz ergeben, wonach sich der Charakter der Befestigung und die Art der Panzerung modificirt.

Wir sehen, welchen Einfluß die Ausbildung der Technik auf die Anschauungen in den Principienfragen der Kriegskunst, auf die Entwicklungsgeschichte des Angriffs und des Vertheidigungswesens ausübt, ob durch denselben aber thatsächlich größere Erfolge in den Kriegen der Neuzeit gegenüber denen in früherer Zeit herbeigeführt sind, läßt sich schwer erkennen.

Die Leistungen der Specialwaffen waren zu allen Zeiten bewunderungswürdig. Ein geübter Schütz giebt mit seinem Gewehr 12 Schuß in der Minute ab, der Bogenschütze konnte ebensowohl 12 Pfeile, ohne zu fehlen, in gleicher Zeit abschießen. Wie heut die Artillerie, waren derzeit Ballisten und Katapulten von einschneidender Bedeutung in die Gefechtsweise.

Armeen und Flotten, von dem Umfang, wie wir sie heut haben, hat es zu allen Zeitepochen gegeben.

Bis zur Einführung der Feuerwaffe war das Princip der Panzerung für Person und Sache von den frühesten uns bekannten Zeiten her geltend, und erhielt sich, vom einfachen Thierfell anfangend, bis ihre Schwere zu einer hart bestraften Ungelenkheit, die Massigkeit der Schutzmittel zu einer nutzlosen Kostenvergeudung führte, man könnte sagen, bis die Grenze der Lächerlichkeit erreicht wurde, im gepanzerten Ritter, in den zu den riesigsten Dimensionen angewachsenen Mauerbauten. Die Feuerwaffe übte unaufhaltsam ihr Recht, sie zwang zu rascher schneidiger Action, zu dem

einfachen Schutzmittel, das das Terrain bietet, zur Anwendung der Erdbauten.

So lange die Verwendung von Schutzmitteln, die wir in Eisen und Stahl besitzen, noch rationell erscheint, wird dieselbe auch in der Ausbildung gepflegt werden müssen, bis die vergrößerte Kraft des Angriffs eine veränderte Anschauung im Princip der Vertheidigung zur Folge hat.

Das alte Wort: Si vis pacem para bellum ist auch heute noch wahr. Der Erfolg wird stets da sein, wo rastloses Streben nach Vervollkommnung, rührige Thätigkeit und richtiges Erkennen der eigenen Schwäche und der Fehler Anderer vorhanden ist.

Wir werden Ruhe und Frieden genießen, Kunst und Wissenschaft, Handel und Gewerbe hegen und pflegen können, wenn wir verstehen unser „Noli me tangere“ zu bewahren.

Henning,
Ingenieur-Hauptmann z. D.

VI.

Die Ursachen der Derivation der Spitzgeschosse.*)

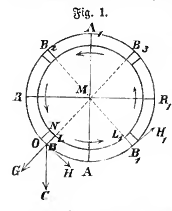
Bei Forschungen nach der Ursache der unter dem Namen der Derivation bekannten Seitenabweichungen der Spitzgeschosse sind zuvörderst zwei Ebenen zu unterscheiden, welche zwar bei dem Beginn der Bewegung, aber nicht während der ganzen Dauer derselben zusammenfallen, nämlich die Verticalebene, in welcher sich der Schwerpunkt des Körpers bewegt und die Schwerkraft auf denselben wirkt, und die durch die geometrische Axe des Geschosses und die Richtung seines Schwerpunktes bestimmte Ebene, welche diesen Körper in zwei gleiche und gegen die Richtung des Schwerpunktes gleichliegende Theile theilt. Die erstere dieser Ebenen möge die Flugbahnebene und die zweite die Centralebene genannt werden. In dieser letzteren bilde in dem zu betrachtenden Augen-

*) Die Art und Weise, wie in dieser Abhandlung die durch den Luftwiderstand erzeugten Kräfte ebensowohl im Einzelnen, als in ihrer Gesammtwirkung gegen das Geschoß bestimmt worden sind, ist die von der Wissenschaft verlangte und läßt erkennen, daß die Inbetrachtnahme der unter dem Zwange dieser Kräfte vor sich gehenden fortschreitenden Bewegung des Geschosses und seiner gleichzeitigen Umdrehungs-Bewegung Kenntnisse erforderlich macht, wie sie im Leben nur selten erlangt werden. Die vorliegende Abhandlung kann wiederum zu der Erkenntniß dienen, daß in dieser Hinsicht die jüngeren Herrn der Waffe den älteren nachzueifern haben.

v. Neumann.

blick der Bewegung die Richtung des Schwerpunktes mit dem über ihr liegenden vorderen Theil der Geschoßaxe den Winkel j. Fig. 1, stelle ein um x vor dem Schwerpunkt liegendes, im Allgemeinen als abgestutzten Kegel zu betrachtendes Element des Körpers von der Dicke dx, und zwar in der Ansicht von der Geschoßspitze aus vor, so daß also vom Geschütz aus gesehen, R die rechte und R_1 die linke Seite des Körpers ist. Die Drehung des Geschosses um seine Axe geschehe, wie bei den Geschossen der sogenannten rechts gezogenen Geschütze, in der durch Pfeile angedeuteten Richtung.

Fig. 1.



AA_1 sei die Durchschnittslinie der Grundfläche $BB_1B_3B_2$ des Kegels mit der Centralebene, RR_1 rechtwinklig auf AA_1, und mithin so lange als die Centralebene mit der Flugbahnebene zusammenfällt horizontal, wenn dies nicht mehr stattfindet, gegen die Horizontalebene geneigt, und zwar, wie sich zeigen wird, beinahe immer mit dem Ende R abwärts.

Fig. 2.

Fig. 2 und 3 sind auf der vorgenannten Grundfläche rechtwinklige Durchschnitte von Fig. 1 in der Richtung BB_3. Der Halbmesser MB jener Grundfläche sei y, was also bei den cylindrischen Elementen des Körpers = dem Halbmesser desselben, bei den kegelförmigen Elementen eine Function von x mit negativem dy ist. Der Winkel FBB_3 Fig. 2 sei α, mithin $\operatorname{tg} \alpha = -\frac{dx}{dy}$; die Winkel AMB und AMB_1 seien $+\beta$ und $-\beta$, mithin die Flächeninhalte der Oberflächenelemente B, B_1, B_2 und B_3 in Fig. 1 $= BLNO = \frac{y\,dx\,d\beta}{\sin \alpha}$.

Die Geschwindigkeit des Schwerpunkts sei in dem betrachteten Augenblick der Bewegung v und die Winkelgeschwindigkeit, mit welcher sich in diesem Augenblick das Geschoß um seine geometrische

Axe dreht ϱv.*) Von dem Umstande, daß, wie sich zeigen wird, die geometrische Axe selbst und mit ihr die Centralebene in eine pendelartige Bewegung kommt, wurde bei der nachstehenden Untersuchung über den Widerstand der Luft gegen das Geschoß abgesehen; weil dieser Widerstand durch gedachtes Pendeln zwar etwas in seiner Größe, aber nicht wesentlich in seiner Richtung geändert wird.

Die Luft setzt Körpern, welche sich in derselben bewegen, in zweierlei Weise einen Widerstand entgegen, je nachdem die ebenen Theile der Vorderflächen jener Körper sich in normaler Richtung vorwärts, oder in tangentialer Richtung seitwärs bewegen. Der Widerstand gegen die Bewegung in letzterer Richtung kann wohl als Reibungswiderstand bezeichnet werden und ist viel kleiner als der Widerstand gegen die Bewegung in normaler Richtung.**) Bewegt sich endlich eine ebene Fläche, oder ein als Ebene zu betrachtendes Flächenelement in schräger Richtung vorwärts, so kann seine Geschwindigkeit in eine normale und in eine tangentiale zerlegt werden, von denen jede den ihr eigenthümlichen Widerstand hervorruft.

Fig. 3.

Bewegt sich ein Körper in einer unzusammendrückbaren Flüssigkeit und in der auf seiner Vorderfläche normalen Richtung mit der Geschwindigkeit C, so vergrößert sich der Druck, welchen diese Fläche im Zustande der Ruhe von derselben Flüssigkeit erleidet, um so viel als zur Erzeugung einer Ausströmung dieser Flüssigkeit mit derselben Geschwindigkeit in einem leeren Raum erforderlich wäre (dessen Abschluß einen dem obigen Druck gleichen Widerstand leistete), d. i., wenn g die Beschleunigung der Schwere, q das specifische Gewicht der Flüssigkeit und $w = \frac{q}{2g}$ ist, um $w C^2$ auf die Flächeneinheit. Ist aber die Flüssigkeit elastisch, so vergrößert sich ihre Dichtheit

*) Bezeichnet L die Länge des Dralls in der Feuerwaffe, so ist anfänglich $\varrho = \frac{2\pi}{L}$, im Verlauf der Bewegung vergrößert es sich aber, weil ϱv langsamer abnimmt wie v.

**) Die obengedachte pendelartige Bewegung der Geschoßaxe hat hauptsächlich eine Veränderung des Reibungswiderstandes der Luft zur Folge, und dies rechtfertigt ihre Nichtberücksichtigung.

und mithin q durch die Druckerhöhung, und wir setzen daher den Widerstand gegen die in normaler Richtung in der Luft eintretende Bewegung mit der Geschwindigkeit C; $w C^2 \mathfrak{F}(C)$ auf die Flächeneinheit, wobei $\mathfrak{F}(C)$ eine allerdings nicht bekannte Function der Geschwindigkeit bezeichnet, welche für $C = o$ den Werth 1 erhält.*)

Der Reibungswiderstand, welcher die Bewegung des in Kanälen fließenden Wassers verzögert, ist ebenfalls den Quadraten seiner Geschwindigkeit verhältnißmäßig gefunden worden. Dasselbe läßt sich daher wohl auch von dem durch Luft erzeugten Reibungswiderstand annehmen. Wir setzen daher diesen Widerstand gegen eine Fläche, welche sich mit der Geschwindigkeit C in normaler und mit der Geschwindigkeit C_1 in tangentialer Richtung bewegt, für die Flächeneinheit $= \varepsilon w C_1^2 \mathfrak{F}(C)$, wobei ε einen sehr kleinen Bruch bezeichnet.

Betrachtet man nun die beiden Widerstände, welche das Flächenelement $B = \frac{y\,dx\,d\beta}{\sin\alpha}$ (in Fig. 1) erleidet, das sich mit der Geschwindigkeit $\varrho v y$ um den Punkt M dreht und in paralleler Richtung mit dem Schwerpunkt mit der Geschwindigkeit v vorwärts bewegt, so läßt sich diese letztere Geschwindigkeit in die Seitengeschwindigkeiten $BC = v \sin j$ Fig. 1, parallel zu A_1A und $BD = v \cos j$ Fig. 2 rechtwinklig auf der Grundfläche BB_1B_2 zerlegen. Die erstere dieser Geschwindigkeiten kann wieder in $BH = BC \sin\beta = v \sin j \sin\beta$ in der Richtung der Drehung von B um M, und $BG = BC \cos\beta = v \sin j \cos\beta$ Fig. 1 und 3 in der Richtung B_3B zerfällt werden; endlich aber ist BG Fig. 3 in $BJ = BG \cos\alpha = v \sin j \cos\beta \cos\alpha$ in der Rückwärtsverlängerung der Erzeugenden BL der Kegelfläche, und $BK = BG \sin\alpha = v \sin j \cos\beta \sin\alpha$ rechtwinklig auf der Berührungsebene des Punktes B der Kegelfläche zerlegbar. Ebenso kann die Geschwindigkeit $BD = v \cos j$ Fig. 2 in $BE = BD \cos\alpha = v \cos j \cos\alpha$, ebenfalls rechtwinklig auf vorgenannter Berührungsebene und $BF = BD \sin\alpha = v \cos j \sin\alpha$ in der Richtung der Er-

*) Bezeichnet C_0 die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft in einen leeren Raum einströmt, so könnte man vielleicht $\mathfrak{F}(C) = \left(\frac{C_0 + C}{C_0}\right)^2 = \left(1 + \frac{C}{C_0}\right)^2$ setzen.

zeugenden BL zerlegt werden. Das Flächenelement B schiebt also die Luft in normaler Richtung zurück mit der Geschwindigkeit

$$C = v\ [\cos j \cos \alpha + \sin j \sin \alpha \cos \beta]$$

und streicht an der vor ihr befindlichen Luft tangirend hin: in der Richtung der Erzeugenden BL Fig. 1 und 2 mit der Geschwindigkeit

$$C_1 = v\ [\cos j \sin \alpha - \sin j \cos \alpha \cos \beta]$$

und in der Richtung BH Fig. 1 mit der Geschwindigkeit

$$C_2 = v\ [\varrho y + \sin j \sin \beta]$$

Die Geschwindigkeiten des Flächenelements B_1 unterscheiden sich von den vorstehenden nur dadurch, daß an die Stelle von $\sin \beta$ $-\sin \beta$ tritt und mithin aus C_2

$$C_3 = v\ [\varrho y - \sin j \sin \beta]$$

wird. Für die weitere Rechnung setzen wir aber noch

$$C_4^2 = \tfrac{1}{2}\left[C_2^2 + C_3^2\right] = v^2\ [\varrho^2 y^2 + \sin^2 j \sin^2 \beta] \text{ und}$$

$$C_5^2 = \tfrac{1}{2}\left[C_2^2 - C_3^2\right] = v^2\ [2\varrho y \sin j \sin \beta]$$

Die diesen Geschwindigkeiten entsprechenden Luftwiderstände sind, wenn zur Abkürzung

$$A = \frac{w y dx}{\sin \alpha}$$

gesetzt wird:

1) In jeder der Richtungen EB und (Fig. 2 auf den Punkt B_1 bezogen) E_1B_1:

$$AC^2 \mathfrak{F}(C)\, d\beta$$

2) In jeder der Richtungen LB und L_1B_1 Fig. 1:

$$\varepsilon A C_1^2 \mathfrak{F}(C)\, d\beta$$

3) In den Richtungen HB und H_1B_1 Fig. 1:

in B: $\varepsilon A C_2^2 \mathfrak{F}(C)\, d\beta$

in B_1: $\varepsilon A C_3^2 \mathfrak{F}(C)\, d\beta$.

Da die Richtungen dieser Kräfte nicht durch den Schwerpunkt des Körpers gehen, so suchen sie nicht nur diesen Punkt parallel zu ihren eigenen Richtungen zu bewegen, sondern sie wirken auch verzögernd oder beschleunigend auf Drehungen um drei durch den Schwerpunkt gehende und auf einander rechtwinklige freie Axen ein, die als Nr. I, II und III bezeichnet werden sollen.

Die Axe I sei die geometrische Axe des Geschosses, deren Projection in Fig. 1 der Punkt M und die in Fig. 2 und 3 die Gerade MM_1 darstellen.

Die Axe II sei parallel mit RR_1 in Fig. 1 und die Axe III parallel mit AA_1 derselben Figur.

Um nun die Gesammtwirkungen der sechs auf die Flächenelemente B und B_1 wirkenden Luftwiderstände zu finden, zerlegen wir jeden derselben in drei Seitenkräfte, welche parallel zu den Axen I, II und III sind, und addiren dann die in jeder dieser Richtungen wirkenden Kräfte. Die hierdurch erhaltenen Summen können als Differentiale dreier Kräfte K_1, K_2 und K_3 betrachtet werden, welche die Gesammtwirkung des Luftwiderstandes auf die untere Hälfte der in Fig. 1, 2 und 3 dargestellten Kegelfläche ausdrücken, und auf diese Weise findet sich:

1) Parallel mit der geometrischen Axe (I) des Geschosses und die Bewegung des Schwerpunktes in dieser Richtung verzögernd:

$$dK_1 = 2A\mathfrak{F}(C)d\beta\left[C^2 \cos\alpha + \varepsilon C_1^2 \sin\alpha\right]$$

2) In paralleler Richtung mit AA_1 Fig. 1:

$$dK_2 = 2A\mathfrak{F}(C)d\beta\left[C^2 \sin\alpha\cos\beta - \varepsilon C_1^2 \cos\alpha\cos\beta + \varepsilon C_5^2 \sin\beta\right]$$

3) In paralleler Richtung mit R_1R Fig. 1:

$$dK_3 = 2A\mathfrak{F}(C)d\beta\left[\varepsilon C_4^2 \cos\beta\right]$$

Bezeichnen endlich M_1, M_2 und M_3 die Momente, mit welchen die Kräfte K die Drehung um die Axe I verzögern und die Drehungen um die Axen II und III beschleunigen, so ergiebt sich:

1) $dM_1 = 2Ay\mathfrak{F}(C)d\beta\left[\varepsilon C_4^2\right]$

2) Für die Drehung um die mit RR_1 parallele Axe, so daß R und R_1 aufwärts gehen und mithin von der Drehungsgeschwindigkeit $\varrho v y$ dieser Punkte diejenige von R verkleinert und die von R_1 vergrößert wird:

$$\begin{aligned} dM_2 &= x dK_2 - y dK_1 \cos\beta \\ &= 2A\mathfrak{F}(C)d\beta\left[C^2\cos\beta\left[x\sin\alpha - y\cos\alpha\right]\right. \\ &\qquad - \varepsilon C_1^2 \cos\beta\left[x\cos\alpha + y\sin\alpha\right] \\ &\qquad \left. + \varepsilon C_5^2\, x\sin\beta\right] \end{aligned}$$

3) Für die Drehung um die zu AA_1 parallele Axe III, so daß sich die Punkte A und A_1 Fig. 1 parallel mit R_1R bewegen und mithin die Drehungsgeschwindigkeit $\varrho v y$ bei dem Punkt A verkleinert und bei dem Punkt A_1 vergrößert wird:

$$dM_3 = x dK_3 = 2A\mathfrak{F}(C)d\beta\left[\varepsilon C_4^2\, x\cos\beta\right]$$

Die Integration dieser Ausdrücke für die verschiedenen dK und dM zwischen den Grenzen o und $^1/_2\pi$ würde die Gesammtwirkungen des Widerstandes der Luft gegen die untere Hälfte des in Fig. 1 dargestellten Kegels geben; allein diese Integration bleibt so lange unausführbar, als die Größe der Verdichtung der Luft vor dem Geschoß, d. h. $\mathfrak{F}(C)$, unbekannt ist. Für den hier vorliegenden Zweck genügen aber auch die nachstehenden Bemerkungen über die Beschaffenheit und das Verhältniß der K und M, welche den verschiedenen vor und hinter dem Schwerpunkt des Geschosses liegenden Elementen dieses Körpers entsprechen.

1) Die Differentiale der Kräfte K und des Moments M_1 sind für alle Punkte der unteren Hälfte der Geschoßmantelfläche positiv, und daher sind es auch die K_1, K_2, K_3 und M_1 für alle kegelförmigen und cylindrischen Elemente des Geschosses und die Summen aller dieser Größen, welche sich durch die unten angedeuteten Integrationen ergeben würden.

2) Anders verhält es sich aber mit der Summe M_2, weil die größten Glieder von dM_2 wegen des Factors x für die hinter dem Schwerpunkt liegenden Elemente des Geschosses negativ werden. Es fragt sich also, ob die (gleichfalls durch eine Integration zu erlangende) Summe aller M_2 positiv oder negativ sei, und auf die Entscheidung dieser Frage haben nicht nur diejenigen Glieder von dM_2, welche den sehr kleinen Factor ε besitzen, geringen Einfluß, sondern das Nämliche gilt auch von dem Gliede, welches den Factor $- y \cos\alpha$ enthält, da für die vorderen Elemente des Geschosses y, für die etwas weiter rückwärts liegenden Elemente das Product $y \cos\alpha$ nur klein und für die cylindrischen Elemente $y \cos\alpha = 0$ ist. Die Antwort auf die obige Frage hängt daher hauptsächlich davon ab, ob den größeren positiven x größere oder kleinere K_2 als den gleich großen negativen x entsprechen.

Nun ist bei Weglassung der oben gedachten kleinen Glieder:

$$dK_2 = 2w\,dx\,d\beta \cos\beta \,.\, y \,.\, C^2\mathfrak{F}(C),$$

was die zwei von α abhängigen Factoren y und $C^2\mathfrak{F}(C)$ enthält, und von dem vorderen Theil der Geschoßspitze abgesehen, nimmt bei dem Wachsen von α $C^2\mathfrak{F}(C)$ in ungleich größerem Verhältniß ab, als y zu, da

$$\frac{dC}{d\alpha} = - v \cos\alpha \cos j \cos\beta \left[\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\beta} - \operatorname{tg} j\right]$$

bis an den cylindrischen Theil des Geschosses stets negativ bleibt und in letzterem C seinen kleinsten Werth $v \sin j \cos \beta$ annimmt, der um so kleiner ist, je kleiner j war.

Aus alledem folgt, daß die Summe der M_2 nie oder doch nur bei sehr großen j, d. h. in den letzten Theilen sehr hoher Flugbahnen, negativ werden kann.

3) Die dM_3 wechseln ebenfalls mit dem Factor x ihr Zeichen, und es läßt sich nicht im Allgemeinen angeben, ob die Summe der M_3 positiv oder negativ wird. Die Wirkung des Widerstandes der Luft auf die obere Hälfte des Kegels in Fig. 1 und auf die ganze obere Hälfte der Mantelfläche des Körpers lassen sich auf gleiche Weise bestimmen, wie diejenigen auf die unteren Hälften. Zur Unterscheidung wollen wir uns aber bei den ersteren anstatt der Bezeichnungen C, K und M der Zeichen c, k und m bedienen, und wie leicht zu sehen, haben K_1 und k_1, M_1 und m_1 gleiche, K_2 und k_2, K_3 und k_3, M_2 und m_2, M_3 und m_3 entgegengesetzte Richtungen, so daß die Wirkung des Luftwiderstandes auf die ganze Kegelfläche Fig. 1 durch die Kräfte $K_1 + k_1$, $K_2 - k_2$, $K_3 - k_3$ und die Momente $M_1 + m_1$, $M_2 - m_2$ und $M_3 - m_3$ ausgedrückt wird. Da aber für die obere Hälfte der Kegelfläche j und sin j negativ sind, so tritt an die Stelle von

$$C = v [\cos j \cos \alpha + \sin j \sin \alpha \cos \beta]$$
$$c = v [\cos j \cos \alpha - \sin j \sin \alpha \cos \beta],$$

was für $\cot g\, j = \mathrm{tg}\, \alpha \cos \beta$ Null wird. — Ist also $\alpha > 90° - j$, so erleiden die mittleren Theile der oberen halben Kegelfläche von $\beta = 0$ bis $\beta = \pm \mathrm{arc} [\cot g . j \cot g\, \alpha]$ keinen anderen Widerstand der Luft, als den Reibungswiderstand $\varepsilon A\, v^2 \varrho^2 y^2 d\beta$. Aber auch für größere β sind wegen der kleineren c und $\mathfrak{F}(c)$ die dk und dm kleiner, als die entsprechenden dK und dM,*) und hieraus folgt, daß die Summen und Differenzen: $K_1 + k_1$, $K_2 - k_3$ u. s. w. die nämlichen Zeichen haben, wie ihre ersten Glieder.

Zur Bestimmung der Wirkung der Luft auf das ganze Geschoß müßte man in den für das Flächenelement Fig. 1 gefundenen Ausdrücken

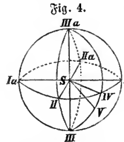
$$A = \frac{wy\, dx}{\sin \alpha},$$

*) Der Umstand, daß $c_3 > C_3$ ist, ändert hierin nichts, weil diese Geschwindigkeiten nur mit dem kleinen Factor ε vorkommen.

bei der Rechnung für den cylindrischen Theil des Körpers $y =$ dem Halbmesser des Geschosses und $\alpha = 1/2\pi$, bei der Rechnung für den vorderen Theil des Körpers für y und α ihre Werthe als Functionen von x einsetzen und dann für jeden dieser beiden Theile die Integration ausführen. Letzteres wäre für den Cylinder sehr einfach, für die Geschoßspitze aber wieder wegen der Unkenntniß von $\mathfrak{F}(C)$ unausführbar. Wir begnügen uns daher damit, die Integrale von $K_1 + k_1$, $K_2 - k_2$ u. s. w. mit K_1, K_2, K_3, M_1, M_2 und M_3 zu bezeichnen und bemerken dabei nur noch, daß den obigen Auseinandersetzungen gemäß die ersten vier von diesen Größen stets positiv sind, M_2 nie oder doch nur in den letzten Theilen sehr hoher Flugbahnen negativ werden, M_3 hingegen positiv oder negativ sein kann.

Wenden wir uns nun zur näheren Betrachtung der Wirkungen der drei Kräfte K_1, K_2 und K_3, so ist zunächst in das Auge zu fassen, daß von dem Augenblick an, in welchem das Geschoß aus der Wirkungssphäre des ihm aus dem Geschützrohr nachströmenden Pulvergases tritt, zu der Drehung um die Axe I die Drehungen um die Axen II und III kommen, die, allerdings mit sehr kleinen Geschwindigkeiten beginnend, nach und nach schneller werden. Gleichzeitige Drehungen eines Körpers um drei Axen, bei welchen die in jeder Axe liegenden Körperelemente sich mit um die anderen Axen drehen, ist aber nichts Anderes, als eine pendelartige Bewegung des Körpers um eine neue Axe, und um die Lage des vorderen, vor dem Schwerpunkt des Geschosses liegenden Theiles dieser neuen Axe zu finden, betrachte man Fig. 4, in welcher S den gedachten Schwerpunkt, Ia I die geometrische Axe I (mit der Geschoßspitze im Punkte I), II IIa und III IIIa die Axen II und III vorstellen.

Fig. 4.



Drehte sich der Körper nur um die beiden ersten Axen, so müßte die neue Axe in der Ebene II I IIa Ia liegen. Nun wurde oben gezeigt, daß durch die Drehung um die Axe II, welche positive M_2 erzeugen, in Fig. 1 die Bewegung von R verzögert und diejenige von R_1 beschleunigt wird, und daher liegt der Vordertheil der neuen Drehungsaxe S IV Fig. 4 (bei positiven M_2) nicht in der Winkelfläche I S IIa, sondern in der Winkelfläche

I S II, d. h. vom Geschütz aus gesehen **auf der rechten Seite der Flugbahnen.** Kommt nun noch die Drehung um die Axe III hinzu, so können die gleichzeitigen Drehungen um die Axen S IV und S III als ein Pendeln des Körpers um eine neue Axe S V angesehen werden, deren Vordertheil bei positiven M_3 in die Winkelfläche III S IV, wie es Fig. 4 zeigt, bei negativen M_3 in die Winkelfläche IIIa S IV fällt, weil sich durch den Beginn der dritten Drehung bei positiven M_3 in Fig. 1 die Bewegung von A verzögert und diejenige von A_1 beschleunigt.

Die ursprünglich mit der geometrischen Axe des Geschosses zusammenfallende Drehungsaxe dieses Körpers entfernt sich also (gleichviel ob M_3 positiv oder negativ ist) während der Fortbewegung desselben allmälig und in einer schrägen Ebene immer mehr von der geometrischen Axe und aus der Flugbahnebene Ia IIa I II, so daß sich, von der fortgehenden Bewegung des Geschosses abgesehen, die Spitze desselben nach und nach in immer größeren Kreisen um jene selbstbewegliche Axe dreht und in dieser Kreisbewegung immer wieder die Flugbahnebene berührt. Man kann sich daher die Fortbewegung der Geschoßspitze S neben der Flugbahnebene FF_1 in der oberen Ansicht ungefähr so denken, wie es Fig. 5 zeigt, so daß also die Centralebene nur in einzelnen Punkten 1, 2, 3, 4, 5 . . . der Flugbahn mit der Flugbahnebene zusammenfällt, zwischen je zwei dieser Punkte aber ihre Neigung gegen eine Horizontalebene jedesmal bis zu einer gewissen Grenze abnimmt und dann allmälig wieder bis 90° wächst.

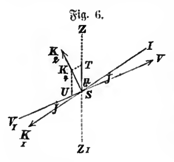
Fig. 5.

Sollte gegen das Ende sehr hoher Flugbahnen das Moment M_2 negativ werden, so verlangsamte sich alsdann die Drehung des Geschosses um die Axe II allmälig wieder und nähme zuletzt vielleicht selbst die entgegengesetzte Richtung an, d. h. die Geschoßspitze gelangt dann, sich der Flugbahnebene nähernd, vielleicht zuletzt auf die linke Seite derselben.

Eine erhebliche Aenderung in dem Gange des Geschosses dürfte aber das Eintreten eines solchen Umstandes kaum hervorbringen, weil dann die Geschwindigkeiten v des Körpers und daher auch die Kräfte K_2 nur sehr klein sind.

Um nun die Wirkung der Kräfte K_1 und K_2 auf die Bewegung des Schwerpunktes S Fig. 6 zu untersuchen, denke man

sich durch S eine Verticalebene gelegt, welche auf der Flugbahnebene rechtwinklig ist, die Centralebene, in welcher die genannten Kräfte wirken, in ZZ_I schneidet und daß diese Durchschnittslinie mit der geometrischen Axe K_1SJ des Geschosses den Winkel μ, mithin mit der Schwerpunktrechnung SV den Winkel $\mu + j$ bilde; SK_1 und SK_2 sind dann die Richtungen der Kräfte K_1 und K_2, und fiele die geometrische Axe des Geschosses mit VSV_I zusammen, so müßte auch die Mittelkraft der genannten Kräfte diese Richtung haben



und mithin

$$\frac{K_2}{K_1} = \operatorname{tg} j$$

sein. Bei der vorausgesetzten Lage der Geschoßaxe gegen die Schwerpunktsrichtung erleidet aber die untere Hälfte des Körpers einen größeren Widerstand durch die Luft, als dessen obere Hälfte, und daher ist

$$\frac{K_2}{K_1} = \operatorname{tg} j_1 > \operatorname{tg} j$$

Man kann daher K_2 in zwei in der Richtung SK_2 wirkende Kräfte, nämlich in die Kräfte $K_1 \operatorname{tg} j$ und $K_1 [\operatorname{tg} j_1 - \operatorname{tg} j]$ $= K_1 \frac{\sin(j_1 - j)}{\cos j_1 \cos j}$ theilen. Die erste dieser Kräfte giebt mit K_1 verbunden die in der Richtung SV_I wirkende Mittelkraft $\frac{K_1}{\cos j}$ und stellt in Fig. 6 SK_4 den zweiten der vorgedachten Theile von K_2 vor, so sieht man leicht, daß derselbe wieder in:

$$SU = K_1 \frac{\sin(j_1 - j)}{\cos j_1 \cos j} \cdot \frac{\cos \mu}{\sin(\mu + j)} \text{ und}$$

$$ST = K_1 \frac{\sin(j_1 - j)}{\cos j_1 \sin(\mu + j)}$$

zerlegbar ist.

Denkt man sich ferner durch S eine Normale der Flugbahnebene gelegt und bildet diese Normale mit der Geraden SZ Fig. 6 den Winkel δ und mit der Horizontalprojection der Axe II den Winkel δ_I und bezeichnet endlich δ_{II} den Neigungswinkel der Axe II

gegen die Horizontalebene, so wird die Gesammtwirkung des Widerstandes der Luft auf den Schwerpunkt des Geschosses durch nachstehende vier Kräfte ausgedrückt:

I. Die Kraft $\frac{K_1}{\cos j}\left[1+\frac{\cos\mu\sin(j_1-j)}{\cos j_1\sin(\mu+j)}\right]^2$
in der Richtung SV_1 Fig. 6 die Bewegung des Schwerpunkts in der Richtung SV direct verzögernd, wie man es bei dem in ballistischen Formeln vorkommenden Ausdruck des Luftwiderstandes voraussetzt.

II. Die Kraft $K_1\left[\frac{\sin(j_1-j)\sin\delta}{\cos j_1\sin(\mu+j)}\right]-K_3\sin\delta_{II}$
in verticaler Richtung, direct der Schwerkraft entgegenwirkend.

III. Die Kraft $K_1\left[\frac{\sin(j_1-j)\cos\delta}{\cos j_1\sin(\mu+j)}\right]+K_3\cos\delta_{II}\cos\delta_I$
normal auf der Flugbahnebene und die unter dem Namen der Derivation bekannte Seitenabweichung bewirkend.

IV. Die Kraft $K_3\cos\delta_{II}\sin\delta_I$
die Bewegung des Schwerpunkts in horizontaler Richtung verzögernd.

Diese letztere Kraft ist ganz unerheblich und nur aufgeführt worden, um keine Lücke in der Discussion zu lassen; anders verhält es sich aber mit der Kraft II. Da man nämlich dieselbe bei der Entwickelung der ballistischen Formeln nicht berücksichtigen kann, so giebt der bei dieser Entwickelung für den Luftwiderstand angewendete Ausdruck $N_v{}^n dt$ mit einem der Kraft I entsprechenden Exponenten n, je nach der Größe, die N beigelegt wird, entweder zu richtigen Endgeschwindigkeiten zu kleine Schußweiten oder das entgegengesetzte Resultat. Annähernd läßt sich aber dieser Uebelstand dadurch beseitigen, daß der Exponent n nicht nach theoretischen Erwägungen, sondern aus den Ergebnissen von Schießversuchen bestimmt wird.

Die Existenz der Kraft II hat endlich auch den Erfolg, daß bei Spitzgeschossen die Winkel der größten Schußweiten größer ausfallen, als dieselben nach den Ergebnissen der gewöhnlichen ballistischen Rechnungen zu sein scheinen.

VII.

Kleine Notizen.

Aenderungen des Materials der spanischen Feld-Artillerie.

Nach der in Barcelona erscheinenden Revista cientifico militar vom 21. October 1879 hat die höhere Artillerie-Commission (Junta superior facultativa de Artilleria) nach eingehenden Studien und ausgedehnten Versuchen eine Umänderung der langen 8 cm. Hinterladungskanonen von Krupp, mit denen gegenwärtig die spanischen leichten Feldbatterien bewaffnet sind, in Vorschlag gebracht, vermöge der sie mit den besten jetzt in Gebrauch befindlichen Feldgeschützen concurriren können, wie sie es zur Zeit ihrer Einführung 1868 im Stande waren. Die Erfahrungen des deutsch-französischen Krieges haben in allen Staaten gesteigerte Anforderungen an die leichten Geschütze gestellt, eine Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit ihrer Geschosse und somit eine Ladungsvermehrung verlangt und auch eine Erhöhung der Percussionskraft und somit eine Zunahme der Geschoßschwere erheischt. In Deutschland, England, Frankreich und Italien ist man diesen Forderungen gerecht geworden, während die spanischen 8 cm. Hinterlader weit gegen die erwünschten Leistungen zurückbleiben.

Die projectirte Umänderung besteht in einer Umringung (Zunchar) des Rohres, um ihm eine größere Widerstandsfähigkeit zu verleihen, in einer Vergrößerung der Kammer, damit sie eine größere Ladung aufzunehmen vermag, in einer Verkürzung des Rohrs, um dessen Gewicht möglichst zu vermindern, in der Anordnung der Züge mit gleicher Breite auf der ganzen Seelenlänge und endlich in der Annahme von 2½ Kaliber langen Geschossen von fast 5 k. Gewicht. Das erlangte Rohr wiegt nahe

so viel als das jetzige, denn die $35^{k.}$ Zunahme sind als eine unerhebliche Gewichtssteigerung zu betrachten, welche die große Beweglichkeit der Geschütze nicht beeinträchtigt; es schießt Geschosse von $4{,}7^{k.}$ Schwere, die mit Kupferringen geführt werden und eine Anfangsgeschwindigkeit von $455^{m.}$ bei der Ladung von $1^{k.}$ spanischen Pulvers von $10—15^{mm.}$ Körnergröße erhalten. Die Kosten der Umänderung sind gegenüber den erwarteten Vortheilen nicht bedeutend.

Nach den vortrefflichen Resultaten, welche die Versuche zu Carabanchel mit zwei umgeänderten Röhren, aus denen man nach der Transformation 642 Schuß verfeuert, während sie in ihrem früheren Zustande schon viel gebraucht waren, ergeben, hat die General-Direction der Artillerie die beantragte Umänderung genehmigt und der höheren Behörde vorgeschlagen, sofort 200 Geschützen die Verbesserungen zuzuwenden, mittelst welcher sie den besten der bei den europäischen Heeren in Verwendung befindlichen sich an die Seite zu stellen vermögen.

Der englische Belagerungspark.

Nach der Londoner Army and Navy Gazette ist die Zusammensetzung des englischen Belagerungsparks neuerdings in folgender Weise festgestellt worden.

Es bestehen zwei verschiedene Arten von Sectionen des Parks, jede 30 Geschütze enthaltend.

Die schwere Section zählt:
8 64pfdge. ($29^{k.}$) Kanonen von 64 Centner ($3\,251^{k.}$) Gewicht,
8 40pfdge. ($18^{k.}$) = = 35 = ($1\,778^{k.}$) = und
14 8zöllige ($203^{mm.}$) Haubitzen v. 46 = ($2\,337^{k.}$) Gewicht.

Die leichte Section umfaßt:
10 40pfdge. Kanonen von 35 Centner Schwere,
10 25pfdge. ($11{,}3^{k.}$) Kanonen von 18 Centner ($914^{k.}$) Schwere und
10 6,3zöllige ($160^{mm.}$) Haubitzen von 18 Centner Schwere.

Jeder Section von 30 Kanonen oder Haubitzen werden 8 Batterien Fußartillerie mit zusammen 32 Offizieren und 1104 Unteroffizieren und Gemeinen zugetheilt.

Die Organisation des Dienstes eines Belagerungsparks von 2—300 Geschützen wird in Folge der in den letzten Jahren vollzogenen Umwandlung der Festungs-Brigaden in Feld-Brigaden wesentlich erschwert. Großbritannien besitzt gegenwärtig nur 35 Festungs-Batterien, die höchstens für einen Park von 130 Geschützen genügen; es wird daher die Errichtung von 15—20 neuen Festungs-Batterien beabsichtigt.

Die für den neuen Park bestimmten Kanonen und Haubitzen sind sämmtlich fertig und auch ihre Laffeten sind bereit gestellt; die jetzigen Haubitzen sollen jedoch durch kräftigere ersetzt werden und zwar durch eine 6,6zöllige (168$^{mm.}$) von 36 Centner (1828$^{k.}$) für die leichte Section und eine 8zöllige (203$^{mm.}$) von 70 Centner (3 556$^{k.}$) Gewicht für die schwere Section. Diese neuen Haubitzen sind bedeutend länger als die bisherigen und gleichen bezüglich der Länge gewöhnlichen Kanonen. Die zu ersetzenden Röhre werden wahrscheinlich in gezogene Mörser umgewandelt werden. Die 6,6zöllige Haubitze soll Geschosse von 95—135 Pfd. (43—61$^{k.}$) verfeuern, die neue 8zöllige Haubitze solche von 170—230 Pfd. (77—104^{k}).

Die neuen Geschütze sind vorläufig nur im Princip angenommen; vor ihrer definitiven Einführung sollen noch eingehende Versuche und Prüfungen mit den Probeexemplaren ausgeführt werden.

VIII.

Literatur.

Schmoelzl, Oberst a. D. — Die bayer. Artillerie. Derselben selbstständige Entwicklung seit dem 30jährigen Kriege bis auf die Wiedergeburt des gegenwärtigen deutschen Kaiserreiches. München 1879, G. Franz'sche Buch- u. Kunsthandlung.

Ein kleines Schriftchen dieses als Autorität bekannten Verfassers, aber mit viel interessantem Inhalte für die Geschichte der Kriegswissenschaften.

Wir erfahren daraus den Zustand der Artillerie vor dem 30jährigen Kriege mit ihrem Zunftwesen bis zum 16. Jahrhunderte; ihre Entwickelung nach dem 30jährigen Kriege, ihre organisatorische Ausbildung mit Beginn des 17. Jahrhunderts, das Bestehen von schon Hinterladungsgeschützen, das erste Auftauchen von gezogenen Geschützen mit Langgeschossen; das Fallenlassen dieser Errungenschaften; die Veränderungen nach dem 7jährigen Kriege; den eintretenden großen Fortschritt zu Rumford's Zeiten im 18. Jahrhunderte, die Einführung des ersten Constructions-Systems des Artillerie-Materials mit Beginn des 19. Jahrhunderts und das Wiederauftauchen gezogener Geschütze durch Reichenbach bei der gleichzeitigen anerkannten Priorität in der Erfindung der Langgeschosse mit dem Ladungsprincipe der Geschoßexpansion. — Hervorleuchtend aus dem gegenwärtigen Jahrhunderte des Fortschritts erfahren wir die Anordnungen zur Förderung des wissenschaftlichen und technischen Studiums, die Ernennung einer artilleristischen Reisecommission ins Ausland, die Bildung einer Artillerie-Special-Commission, die Betheiligung jüngerer Artillerieoffiziere an der

Organisation eines Artillerie-Corps im jungen Königreiche Griechenland, die hohe Entwicklung des Artilleriewesens zu Zoller's Zeiten und endlich die Errichtung der Artillerie-Berathungs-Commission im Jahre 1853, und deren fortschrittliches Wirken bis zur denkwürdigen Epoche der Umwälzung des ganzen alten Systems des Artilleriewesens mit der allgemeinen Einführung gezogener Geschütze. — Wir erfahren aus diesem Schriftchen, worin jedes um die fortschrittliche Entwicklung des Artilleriewesens zu Tage getretene Verdienst seine gebührende Würdigung findet, überhaupt, wie die bayerische Artillerie von den ersten Spuren ihrer Entstehung an zu allen Perioden ihrer Jahrhunderte voraus-gegangenen Selbstständigkeit nicht nur dem steten Fortschritte der Artillerien größerer Staaten gefolgt, sondern denselben in manchen Dingen sogar vorausgeeilt war, sich aber bei den mittelstaatlichen Verhältnissen Bayerns die ihr gebührende Priorität einer Erfindung oder das Wiederauftauchen einer solchen abgewinnen lassen mußte.

IX.

Geschichtliche Entwicklung der Artillerie-Schießkunst in Deutschland.

Von
Alo Dengler,
Lieutenant im königl. bayer. 2. Fußartillerie-Regiment.

(Fortsetzung.)

XVII. Jahrhundert.

Einleitung.

Faßt man rückblickend die Zeit ins Auge, in der man anfing, Projectile mittelst des Pulvers aus Geschützrohren fortzutreiben, so erkennt man leicht die wesentlichen Fortschritte, welche die Artillerie-Schießkunst während der drei Jahrhunderte gemacht hat, bedingt durch die sich immer mehr vervollkommnende Waffentechnik und Geschoß-Construction. Nachdem noch bis in die Mitte des 14. Jahrhunderts kleine Bleikugeln und Pfeile verschiedener Größe und Construction geschossen worden waren, hatte das Schießpulver während mehr als 100 Jahren fast ausschließlich steinerne Kugeln fortgetrieben; an die Stelle dieser traten am Ende des 15. Jahrhunderts die schmiedeeisernen Kugeln, und die zu derselben Zeit stattgefundene Vervollkommnung des Metalles und der Gestalt der Rohre, sowie des Baues der Laffeten, hatte in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts eine vollständige Erneuerung des ganzen Artillerie-Materials herbeigeführt, das sich aber bald wieder complicirte. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts gelangte endlich die Artillerie dahin, Sprenggeschosse aus Mörsern zu werfen, und nachdem sie schon vorher die festen Plätze genöthigt hatte, ihr Befestigungssystem zu ändern, gewann sie durch dieses Feuer eine neue Art der Wirkung.*)

---

*) Etudes sur le passé et l'avenir de l'Artillerie von Napoleon III.

Das 17. Jahrhundert weist nunmehr wenig Neuerungen auf diesem Gebiete auf, sondern charakterisirt sich mehr durch das Bestreben, das Vorhandene weiter auszubilden. Den größten Sprung nach vorwärts macht die Theorie des Schießens durch die gründlichen Studien eines Galilei, Newton und Anderer, die Begründer und Erfinder der parabolischen Flugbahntheorie und des Luftwiderstandsgesetzes. — „Die Gründe der außerordentlichen Langsamkeit jedoch, mit der das Veraltete und Unzweckmäßige dem Besseren wich, liegen in zwei gewaltigen und folgenschweren, durch alle Zeiten sich hinziehenden Irrthümern: der eine besteht in dem Glauben, man könne durch bloße theoretische Verbindung und weitere Entwicklung von Wahrheiten aus den abstracten Wissenschaften, namentlich aus der Mathematik und Physik, zu unfehlbar richtigen Constructionen und Gebrauchsregeln gelangen; der zweite besteht in dem Wahne, daß die Artillerie nur allein auf dem Wege der unmittelbaren Experimente, mittelst des dem Auge Sichtbaren und empirisch schon Erwiesenen, ohne alle tiefere, von der Zeit gebotene Wissenschaft, zu der bedürftigen Höhe der Vervollkommnung und der Erfüllung ihrer Bestimmung gelangen könne. Hierzu treten dann noch die Macht der Gewohnheit, die Abneigung gegen den Umgang mit Mühe bereitenden Neuerungen und leider selbst oft gehässige persönliche Leidenschaften.“ —*)

Wie es aber möglich gewesen, daß manche wichtige artilleristische Errungenschaft der älteren Zeit nachmals beinahe völlig in Vergessenheit gerathen und bei ihrem späteren Wiedererscheinen dann als etwas von Grund aus Neues angesehen und angestaunt werden konnte (wie das Hinterladungsgeschütz, das Shrapnel u. dgl.), dürfte durch folgenden Ausspruch eines Sachkenners**) sich erklären: „Manches, was nach dem 30jährigen Kriege bis zum gegenwärtigen Jahrhundert herab als neue Erfindung auftrat, ist mehr oder weniger lange vorher bekannt gewesen. Fragen wir, wie es zugegangen, daß während der genannten Periode der frühere Zustand des Geschützwesens so gänzlich hat in Vergessenheit gerathen können, so müssen wir als Hauptursache den Verfall betrachten, in welchen

*) Nach Du Vignau, Generalmajor a. D., im Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere, 54. Bd.

**) Toll, Major a. D., im Archiv für Artillerie- 2c. Offiziere 60. Bd. 181.

durch jenen Krieg, der Deutschland in halbe Barbarei zurückwarf, auch die artilleristische Bildung daselbst gekommen war. Wenn man vor dem Aufgehen des alten Constablerthums in das moderne Soldatenthum der stehenden Heere sich bemüht hatte, den Umfang seines Wissens in der Geschützwissenschaft möglichst weit auszudehnen und von dem seit der Erfindung des Pulvers darin Geleisteten, so viel man dessen nur immer habhaft werden konnte, zu erfassen, so beschränkte man sich nachher meistentheils auf die Erwerbung der für die Praxis allernothwendigsten Kenntnisse. Nur um das Gegenwärtige sich bekümmernd, glaubte man im Dünkel selbstgefälliger Oberflächlichkeit Nichts mehr von den Alten lernen zu können und befaßte sich daher auch nicht weiter mit den früher so geschätzten und sorgfältig zusammengetragenen handschriftlichen Ueberlieferungen derselben, die dann bald bis auf die wenigen, die in den Bibliotheken aufbewahrt wurden, der Vernichtung anheimfielen." —

Zwei eigenthümliche Gegensätze sind es, die in dieser Periode hervortreten: auf der einen Seite ein Stillstand im eigentlichen Geschützwesen, insofern an den Stücken selbst vorläufig (einige phänomenale Erscheinungen ausgenommen) keine merkliche Verbesserung zum Vorschein kommt; auf der andern Seite dagegen ein rationelles Vorwärtsdrängen, ein ungeduldiges Bestreben, durch scharfsinnige Anwendung und weitgreifende Experimente die Leistungsfähigkeit der vorgefundenen technischen Mittel womöglich zu überbieten.*) — In dem von Samiel Zimmermann aus Augspurg Ende des vorigen Jahrhunderts verfaßten „Dialogus oder Gesprech zwaier Personen, nemlich eines Büchsenmaisters mit einem Feuerwerkskünstler von der waren Kunst, Vnd rechten Gebrauch deß Büchsen, Geschoß und Feuerwerks" ꝛc., zeigen sich schon sehr ausgebildete Keime von Erfindungen und Handgriffen, die gewöhnlich von einer weit späteren Zeit als ihr Eigenthum in Anspruch genommen werden. Es wird da unter Anderem gelehrt:

„Schüße aus einem großen Stück zu thun, die auf ein Anzünden einer nach dem andern losgehen, Feuerkugeln auf ein Anzünden aus einem Böller zu werfen, daß eine nach der andern herausfährt; Feuerräder, Feuerwagen, Feuerwerk zu machen, das

*) Aus Meynert's „Geschichte des Kriegswesens in Europa", Wien 1864, II. Bd.

sich in einer gewissen Stund und Zeit durch Gewicht entzündet; ein Geschoß zu richten, das in einer gewißen Stund ab- und losgehet; über Kugeln mit inwendig verborgenem springenden Federwerk; über Kugeln, die sich von ihrem Niederfall und Antreffen (sog. „Knall- und Fallgranaten" mit Percussionszünder) entzünden" u. s. w. Besonderes Interesse bietet noch Zimmermanns Abhandlung über Hagelgeschosse:

„Hagel mit vielen Stücken in einer bleiernen Zarge (Hülse); Hagel künstlich herzurichten, eine verborgene Kunst; Hagelkugel von Metall, die ganz von einem Stück gegossen ist und sich vom Schuß löst (Princip der heutigen Doppelwand- resp. Ringgranaten); endlich Hagelgeschrot, das sich über etlich hundert Schritt vom Stück aufthut (Shrapnel)." —

Dieses Hagelgeschrot, wichtig für die Geschichte des Shrapnelschusses, verleiht dem citirten Werke eine bahnbrechende Bedeutung.*)

Mit den steigenden Anforderungen und der zahlreich gebotenen Gelegenheit zur Uebung in ihrer Kunst während einer fast halbhundertjährigen Kriegsperiode entwickelten die Artilleristen dieser Zeit eine Schießpraxis, wie sie bei den mangelhaften theoretischen Kenntnissen und den immerhin noch groben Hilfsmitteln nur zu verwundern ist. Aus den Vorschriften damaliger Artillerielehrbücher läßt sich entnehmen, wie sehr man bemüht war, sich bei der Bedienung des Geschützes neue Vortheile und Fertigkeiten anzueignen.

Und so vereinigt sich Alles, um auch dieses Jahrhundert zu einem äußerst interessanten Abschnitt in der Geschichte der Schießkunst zu gestalten.

Die Forschung hat dabei nur die eine Schwierigkeit zu überwinden, aus dem Wuste des dargebotenen Quellenmaterials jene Merkmale und Momente glücklich herauszufinden und so übersichtlich zu ordnen, daß sie den Standpunkt des Schießwesens in dieser Periode genau porträtiren; gleichwohl sind Details über den wissenschaftlichen, technischen, praktischen und individuellen Theil, gleichsam als Rahmen zu diesem Bilde, nicht zu entbehren.

---

*) Vergl. hierüber Bormann, „Das Shrapnelgeschoß in England und Belgien", übersetzt von Generalmajor Du Vignau, Berlin 1863, Seite 97.

Desgl. Archiv für die Offiziere des königl. preuß. Artillerie- ꝛc. Corps 1852, XXXII. 160 und Meynert, Geschichte des Kriegswesens II. 312.

A. Theorie des Schießens.

1. Aeußere Ballistik

Aller Untersuchungen und Erfahrungen ungeachtet ahnte man noch nichts von der wirklichen Bahn der abgefeuerten Geschosse, denn die Begriffe, die Tartaglia, Diego, Uffano und Andere sich davon machten, waren zu verworren, als daß sie auf eine richtige Formel des Flugbahngesetzes hätten führen können. Die Gelehrten dieser Zeit, welche über diesen Gegenstand schrieben, befassen sich in ihren Speculationen größtentheils noch immer mit dem Unterschied zwischen der „gewaltsamen, gemischten und natürlichen Bewegung", obgleich kaum zwei von ihnen in genauer Definirung dieser irrigen Begriffe übereinstimmen. Waren auch die Schriftsteller, die sich mit diesen unfruchtbaren Streitfragen abmühten, meistens nicht in der Lage, selbst Versuche anzustellen, um ihre Hypothesen durch Thatsachen zu beweisen, so kann man sich doch nicht genug wundern, wie so gescheidte Leute ihre Augen vor Demjenigen verschlossen halten konnten, was ihnen die Natur täglich darstellte. Denn man brauchte nur den Flug eines geschleuderten Steines, den Weg eines aus einer kleinen Oeffnung springenden Wasserstrahles u. dgl. zu beachten, um sich überzeugen zu können, daß die Bahn eines jeden geworfenen Körpers eine stetig gekrümmte Linie ist, wie wenig man auch sonst von der Natur dieser Curve wüßte. Allein wären die Physiker auch damals in ihren Beobachtungen soweit gegangen, so hätten sie doch noch immer der Hauptsache ermangelt; und selbst angenommen, sie hätten eine Aehnlichkeit zwischen den Bahnen solcher bewegter Körper und der Parabel wahrgenommen und daraus den Schluß gezogen, daß alle geworfenen Körper in der Luft diese Bahn beschrieben, so hätte doch noch immer der mathematische Beweis gefehlt, so lange die Gesetze der frei fallenden Körper und der Zusammensetzung der Kräfte noch unbekannt waren.*)

Dem Italiener Galilei**) war es vorbehalten, reformatorisch

*) Frei nach Böhn's Magazin für Artilleristen rc. VII. Bd. „Rede über die Theorie der Artillerie."

**) Galilei wurde 1564 geboren, aber wenige oder keines seiner Werke wurden vor dem Jahre 1600 bekannt gemacht und seine „Gespräche von der Bewegung" sogar nicht eher als 1638.

auf diesem Gebiete aufzutreten, indem derselbe aus dem Beharrungsvermögen, welches jedem in Bewegung versetzten Körper innewohnt, und aus der Anziehungskraft der Erde die Gesetze entwickelte, welchen die Bewegung eines frei fallenden Körpes unterliegt. Er zeigte mit Hilfe derselben, daß die Bahn eines in schräger Richtung geworfenen oder geschossenen Körpers nur von der Anfangsgeschwindigkeit und den Fallgesetzen abhängig und infolge dessen eine parabolische sei. — Galilei ließ für seine Flugbahntheorie den Einfluß des Luftwiderstandes und der Geschoßumdrehung unberücksichtigt, sei es, daß er denselben nicht kannte (was nach dem Folgenden nicht anzunehmen), sei es, daß er ihn nicht genug würdigte. Den Luftwiderstand hielt Galillei deshalb für unerheblich, weil die Atmosphäre zu dünn sei und im Verhältniß zur Dichtigkeit der Geschosse zu wenig Masse habe. — „Wenn", sagt Galilei,*) „die geworfenen Körper, deren wir uns bedienen, von einer schweren Materie sind und eine kugelförmige Gestalt haben, ja wenn sie von einer leichten Materie sind und eine cylindrische Gestalt haben, wie die mit dem Bogen geschossenen Pfeile, so wird ihre Bahn von der krummen Linie einer Parabel nicht merklich abweichen."

Als weiterer Fortschritt in der Geschichte der Ballistik ist das von seinem Schüler Toricelli bewirkte Uebertragen der parabolischen Flugbahntheorie auf ansteigende und geneigte Flächen zu erwähnen, während Galilei die Flugbahn des Geschosses nur bis zu seinem Durchgang durch den Geschützhorizont betrachtet hatte. Toricelli fand dabei, daß die Flugbahn stets eine Parabel bleibe, deren Größe von der Erhöhung und dem Terrainwinkel abhängig sei, sowie daß man letzteren bei erhöhten Zielen zur Elevation addiren, bei tiefer liegenden zu subtrahiren habe.

Ueberzeugt, daß bei so außerordentlich verschiedener Dichtigkeit und Schwere des Eisens und der Luft der Widerstand der letzteren in keinen Betracht kommen könne, wandte der Engländer Anderson zuerst im Jahre 1667 des Galilei Theorie in ausgedehnter Weise auf das Schießen mit Geschützen an. Ja, als er nachmals Gelegenheit erhielt, Versuche über die Wurfweite der Bomben anzustellen und dabei bemerkte, daß sie sich nicht in einer Parabel bewegten, so nahm er doch lieber seine Zuflucht zu unwahrschein-

*) Aus Galilei's „Gesprächen über die Kunst, zu schießen", viertes Gespräch.

lichen, den Gesetzen der Bewegung widerstreitenden Hypothesen, um einen Irrthum zu retten, als daß er die Einwirkung des Luftwiderstandes anerkannt hätte.*) — Diese Illusion war selbst anfangs des 18. Jahrhunderts noch so vorherrschend, daß in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris 1707 der Ausspruch sanctionirt werden konnte: „Es wäre jetzt für die sichere Ausübung der Artillerie nichts weiter zu wünschen, als allenfalls die Vervollkommnung der Werkzeuge zum Richten der Kanonen und Mörser, indem die Geometrie für selbige so zu sagen das Ihrige gethan hätte" u. s. w.**)

Den eigentlichen Mathematikern war es vorbehalten, den Beweis zu liefern, daß der Widerstand der Luft keineswegs so ganz unbedeutend sei, als man bisher geglaubt hatte.

Newton zeigte zuerst in seinen 1687 erschienenen Werken: aus der gegebenen Wurflinie eines Geschosses im widerstehenden Luftraume die Gesetze dieses Widerstandes zu finden. Da man sich nun überzeugt hatte, daß die Flugbahncurve keine Parabel sein könne, so wandte sich die Aufmerksamkeit der Lösung des sog. ballistischen Problems, d. h. der mathematischen Bestimmung der Flugbahn zu.

Soweit war die Sache durch Ausländer gefördert. Allein da die Wissenschaft international zu sein pflegt, so wurden die Errungenschaften dieser gelehrten Forschungen, nachdem sie im Drucke erschienen waren und zahlreiche Uebersetzungen erlebten, allmälig Eigenthum aller gebildeten Nationen; jedoch brauchte es noch Jahrzehnte, bis sie allgemein bekannt und unbestritten anerkannt wurden. — Die Lehren dieser verdienstvollen Männer blieben jedoch unsern deutschen Artilleristen vorläufig unbekannt; sie beschäftigte nur die Auflösung höchst simpler Fragen: „welchen Punkt einer senkrechten Höhe z. B., oder welche Weite einer abwärtslaufenden Ebene ein unter einem gegebenen Erhöhungswinkel abgeschossenes Projectil erreichen wird;"***) oder „wie weit ein Stück reicht, wenn die Kugel am Boden fortstreicht; welchen Einfluß ungleich große

*) Man sehe dessen Abhandlung: „To hit a mark" (Die Kunst ein Ziel zu treffen), die 1690 erschien.

**) Histoire de l'Académie Fr. des Sc. 1707, unter dem Titel: „méchanique".

***) Hoyer II. 48.

und schwere Kugeln, mangelhafte Rohre 2c. aufs Treffen äußern; wie man richten soll" u. dgl.;*) ferner „wie man beim Schießen auf verschiedene Ziele oder Scheiben sich zu verhalten habe" 2c.**)

Allgemein zog man empirische Regeln den Resultaten dieser Untersuchung vor, von der Annahme ausgehend, daß die Wurfweiten der Geschosse den von der anfänglichen Richtung und der horizontalen Ebene gebildeten Winkeln proportional wären.***) — Diese Unwissenheit von der Bewegung der Geschosse hatte mehrere für die Praxis sehr nachtheilige Folgen; sie beschränkte die Mittel zum Richten und führte fehlerhafte Maßnahmen herbei.

Malthus, der den Franzosen den Gebrauch der Bomben lehrte und sich viel mit den Fragen der Schießkunst beschäftigte, machte einige Enthüllungen, die zeigen, wie der Mangel an theoretischen Kenntnissen über die Natur der Flugbahn die Praxis beeinträchtigte. Er sagt in diesem Betreffe:†)

„Die Offiziere richten gewöhnlich, indem sie die Visirlinie über Mund- und Bodenfriese wegstreichen lassen; da der Durchmesser am Boden nicht derselbe ist, wie an der Mündung, macht diese Linie einen Winkel mit der Seelenaxe, schneidet sie auf 20 Fuß vor der Mündung und entfernt sich dann, ohne sie mehr zu schneiden. Da es kein bestimmtes Maß für diese beiden Durchmesser giebt, so folgt daraus, daß es ein Wunder ist, auf diese Weise das Ziel zu treffen. Die Kugel schneidet wohl im krummlinigen Theil der Flugbahn diese Visirlinie ein zweites Mal, aber in einer Entfernung, die nach der Neigung des Rohres zum Horizonte verschieden und unbekannt ist." — Malthus fügt hinzu: „Indem man wahrscheinlich diese Entfernung mit der Länge des geradlinigen Theiles der Flugbahn beim Austritt aus der Seele verwechselt, schreibt man den Entfernungen, in welchen die Schußlinie die Visirlinie zum zweiten Male schneidet, sehr verschiedene Größe zu." — Er beschrieb sodann die Art, parallel zur Seelenaxe zu visiren, ohne aus der verticalen Schußebene herauszugehen,

*) Schreiber, „Neue Büchsenmeisterey".

**) Dambach, Büchsenmeisterey, 1609.

***) Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere, 54. Bd. in dem Aufsatze Du Vignau's: „Ueber das Werk und aus dem Werke Napoleon III., Etudes etc.".

†) Pratique de la guerre, contenant l'usage de l'artillerie, bombes et mortiers. Paris 1659, 1668, 1681.

und er räth, dem oberen Theile des Vergleichskorns die Gestalt eines Cylinders zu geben, der die Rohraxe selbst zur Axe hat. (?) Indem er also nach der alten Theorie, wonach die Kugel anfangs eine gerade Linie durchlaufe, die Visirlinie parallel zur Seelenaxe legte, protestirte Malthus gegen diesen Glauben, indem er darlegte, daß diese Linie nie von einer Kanonenkugel in der Luft beschrieben wurde, es sei denn, daß sie senkrecht gegen den Erdmittelpunkt oder vertical in die Höhe gerichtet war. Er erkennt also an, daß die Flugbahn eine krumme Linie von ihrem Ursprunge an ist; aber er konnte nicht zu der Einsicht gelangen, wie man die Visirlinie mit der Entfernung ändert.

Nichtsdestoweniger gibt er nützliche Lehren, indem er empfiehlt, die ersten Schüsse lieber zu kurz oder zu tief, als zu weit oder zu hoch zu richten, um die Schüsse beobachten und corrigiren zu können, denn er hatte trotz dieser Regel lange Kanonaden gesehen, ohne daß man je wußte, wo die Geschosse einschlugen.*)

Die alten Büchsenmeisterfragen, wie sie schon im 15. und 16. Jahrhundert hergebracht waren, treiben immer noch ihr Unwesen in den Artillerielehrbüchern, um zu dokumentiren, wie wenig gelernt worden und wie unbekannt noch die Elemente der Ballistik waren.

Ganz im Sinne Tartaglia's resp. seines Uebersetzers, des Walther Rivius, und im engsten Anschlusse an deren Werke läßt Zübler 1608 in Zürich eine „Geometrische Büchsenmeisterey" erscheinen, in der die Theorie der Bewegung freifallender Körper festzustellen und auf die Bahn der aus Röhren abgefeuerten Geschosse anzuwenden versucht wird. Da keine neuen, reformirenden Grundsätze in derselben aufgestellt werden, so kann man auf einen Auszug aus dem ziemlich umfangreichen, in einem eigenthümlich breiten Style geschriebenen Buche wohl verzichten. Als Curiosität und Beweis der naiven Auffassung physikalischer Gesetze sei nur ein Beispiel erwähnt, in welchem die Beschleunigung durch die Schwere erläutert wird; es wird nämlich ausgeführt, daß wenn ein Körper bis zum Mittelpunkt der „Welt" (Erde) fallen könnte, er sich mit immer zunehmender Geschwindigkeit bewegen müßte, „gleich wie Jemand, der lange von zu Hause fort

*) Aus dem Französischen von Favé's „Etudes sur le passé de l'Artillerie", III. Bd.

war, immer schneller geht, je näher er seiner Heimath kommt."

Umgekehrt wird das mit fortwährend verminderter Geschwindigkeit aufwärts steigende Geschoß dem Wanderer verglichen, der um so verdrießlicher und langsamer einem unliebsamen Orte sich nähert, je näher er demselben kommt. — Die in diesem Lehrbuche der Ballistik enthaltenen Irrthümer haben sich trotz Galilei, Newton, Blondel 2c. durch das ganze Jahrhundert und über dasselbe hinaus (bis Euler) erhalten als ein Beleg für die Eingangs aufgestellte Behauptung, mit welcher Zähigkeit man sich in Deutschland an schon bestehende Ansichten anklammerte und wie wenig Sinn und Verständniß man für neue Forschungen und Entdeckungen hatte.

Nach Schreiber,*) einer Autorität auf dem Gebiete des Schießwesens, gilt es als Erfahrungssatz, daß die mit Elevation abgegebenen Schüsse sicherer und wirksamer sind, als die mit inclinirtem Rohre; wenn jedoch der Erhöhungswinkel zu groß wird, so nehmen die Schußweiten wieder ab, und „es seynd vergebene Unkosten, so hoch über sich etwas zu brechen, dann die Kugel schlägt nur über sich wie ein Geller weg, der Schuß streist nur, und kann nichts fassen, kömmpt sie auch gleich im Bogen oder etwas nach der Seiten, so kann sie auch nicht viel thun, dann eine Kugel, die im Bogen geschossen wird, hat weit nicht solche Kraft etwas zu brechen als die in stracker Linie oder gerade eingeschossen wird."

In einem von Diego Uffano**) aufgeführten Dialog zwischen einem neu angehenden General und einem Capitän der Artillerie wird die Frage erörtert: „welches Stück am weitesten treibt, eins so in der Höhe auff einem Thurm, oder eins, so unten an dem Fuß desselbigen in gleicher Elevation stehet", und wird ersteres bejaht. Beweis: „Richtet man beide Geschütze mit 45° über den Horizont oder auf den 6. Punkt des Quadranten, so hat das höher stehende näher zum Horizonte als das tiefer stehende (?); richtet man aber noch etwas höher, so wird zwar die Steighöhe

*) Neue Büchsenmeisterey, 1656, Cap. 30 „von unterschiedlichen Schüssen".

**) Archeley etc. von Diego Uffano, übersetzt von Bry. Frankfurt a. M. 1621.

größer, die Schußweite aber kurtzer; doch behält die oberste Kugel immer einen Vortheil vor der untern und geht immer um die Höhe des Thurms und noch weiter."

Derselben Frage, sowie jener über die Natur der Bogen- und Gellschüsse tritt Mieth *) näher, indem er zu beweisen sucht, daß letztere weiter gehen, als die unter 45° abgeschossenen Kugeln. Die Ursache dieser Erscheinung findet er darin: „daß die Kugel, ob schon solche schwer, nicht im Horizont eindringen kann, weil sie durch die empfangene Gewalt vom Pulver leicht gemacht, und so lange fortpassiren muß, bis sie ihren letzten Grad der empfangenen Gewalt vollendet hat." Als Beispiel führt Mieth einen über die Wasserfläche hingeworfenen Stein an, der nicht eher zur Ruhe und auf den Grund kommt, bis die ihm durch die menschliche Hand ertheilte Kraft verbraucht ist (Auftreffwinkel?).

„Der höchste Bogenschuß aber", schließt M. weiter, „ob er gleich auch nicht eher seinen Gang vollenden kann, bis so lange ihn die vom Pulver empfangene Gewalt verläßt, wie bei dem Gellschuß, so geht er doch nicht so weit, dann sobald das Gewicht der Kugel größer wird, als der Rest der empfangenen Gewalt vom Pulver, macht solches dem Flug der Kugel auf einmal den Garaus, und sinket zu Boden; daß aber eine solche Kugel nicht in scharfem Winkel bricht und herunterfällt, ist die Ursache: die starke Luft und Wind, welcher in der Höhe mehr wehet, als in der Niedere; denn der Wind oder Luft hemmet die Kugel, je höher sie flieget, gewaltig und schwächet sie; hergegen ein Schuß in der Niedere passiret viel leichter durch die nahe der Erden sich befindende stille Luft, und wird weniger von derselben aufgehalten, obgleich sie etwas dicker als in der Höhe ist."

„Dahero siehet man, was eine große Stück-Kugel, wann solche hoch geschossen wird, vor ein Rauschen verursachet, und wie viel sie Gewalt anlegen muß, die starke Luft und Wind zu zertrennen, welches gegen der Erden nicht einmal gespühret wird."

„Eben dieses mein Vorgebrachtes löset die Frage auf, ob die Stücke, welche hoch stehen, weit schießen als die in der Niedere stehen, wenn nur ein wenig ein rechter Unterscheid gemacht wird."

Büchner**) ist der Anschauung, daß die vermischte Bewegung,

*) Artilleriae recentior praxis oder neue Geschützbeschreibung II. Bd. 36. Cap.

**) Theoria et Praxis Artilleriae I. 45. Nürnberg 1685.

nicht in einem Viertelkreisbogen geschehe, sondern die Krümmung ist eine größere, der Uebergang vom gewaltsamen zum natürlichen Trieb ein mehr allmäliger; er kennt auch das Gesetz, daß die Schußweiten bei Erhöhungswinkeln, die sich zu 90° ergänzen, einander gleich sind. An einem Beispiele zeigt er, daß aus der halben Karthaune mit 1° Erhöhung und $^1/_2$ kugelschwerer Ladung 1000 Schritt, mit $^1/_3$ kugelschwerer Ladung nur 750 Schritt weit geschossen wird; mit 2° Elevation aber geht die Kugel 220 Schritt weiter, also 1220 Schritt,

mit 3° Elevation 215 Schritt weiter, also 1435 Schritt,
„ 4° „ 210 „ „ „ 1645 „

u. s. w., woraus er den Satz ableitet, daß das Geschoß mit jedem Grad mehr um 5 Schritt weniger weit geht. Die darauf fundirte Schußtafel siehe sub 3.

Mieth *) meint vom Kernschusse: „Ein Stück sei so gut in Kern gestellet, als es immer möglich, wird doch die Kugel ihren Flug nicht nach der sogenannten Kernlinie (Horizontalen) nehmen, sondern vom Mund aus in Bogen gehen." — Dieser Praktiker hat zwar bemerkt, daß die Kugeln in einer gekrümmten Linie sich bewegen; soviel aber aus dieser seiner Sentenz hervorgeht, mag er sich wohl eingebildet haben, die Flugbahn-Curve erhebe sich von der Mündung an über die Richtung der verlängerten Seelenaxe.

Diesem außerordentlich geschickten Artilleristen hat es demnach offenbar an der nöthigen Theorie gefehlt, was noch klarer aus dem dieserhalb geführten Beweis hervorgeht, der also lautet:

„Weil die Kugel viel Spielraum im Stück haben muß, das Feuer aber vor dem Stück seinen natürlichen Gang über sich nimmt, wird sie in etwas mit in die Höhe über sich gedruckt, und ihr von der gewaltsamen ersten Bewegung genommener gerader Flug in einen Bogen gebracht, und solches wenig oder viel, nachdem die Kugel klein, das Stück im Mund über sich ausgeschossen oder geschlagen, die Luft dick oder subtile und das Pulver kräftig ist."

Daß die Rotation der Geschosse schon Gegenstand der Erörterung war, beweiset Mieth, der einen Autor, „Praxis Artilleriae" betitelt, allegirt, wonach es eine bekannte Thatsache

*) Neue Geschützbeschreibung, 1686, II. Bd. 28. Cap.

sein soll, „daß eine Kugel aus dem Geschütz rolle und nicht wie eine Leimstange herauskrieche." Mieth bestreitet jedoch diese Behauptung mit folgenden Worten (I. Bd. 33. Cap.): „Ich sage aber das pure Contrarium, und erweise es kürzlich und augenscheinlich, daß weder eine Kugel aus dem Stück rolle, noch etlichemale (als alleine vorne am Mund) anschlage. Ich lasse mich nicht allein an dem begnügen, daß ich weiß, daß die schnelle und gewaltsame Entzündung des Pulvers der Kugel zu einigem Rollen, Umkehren und Anschlagen keine Zeit lasse, sondern ich erweise es kärlich mit einer Granat, so bei der Nacht aus einem langen Stück geschossen wird, an welcher man siehet, daß solange der gewaltsame Trieb (Motus violentus) währet, gehet der Brand schnurgerade vor sich. So bald aber die Gewalt des Pulvers mehrentheils fort, kehret sich der Brand hinter sich, weiln sie ein geringer, auch wohl ungleicher Gegenhalt der Luft verkehren kann; auch die Schwere, nämlich der Boden der Granaten, ihren natürlichen Gang voran nimmt.

Wann dann nun die Gewalt des Pulvers nicht zulässet, daß ein Corpus, so an einem Ort schwerer als am andern, sich nicht allein am Stück, sondern auch etliche hundert Schritt in freier Luft nicht umwenden, noch rollen kann, so wird solches noch viel weniger an einem gleich schweren Körper geschehen können."

Mieth meint auch, es würden wenig Brandröhren ganz bleiben, wenn die Granaten schon im Rohre sich drehten; und ob sie gleich an einem Spiegel befestigt seien, so ist doch kein Unterschied zwischen einer solchen und einer gewöhnlichen Kugel, da der Spiegel durch den Stoß der Pulverladung sofort abgetrennt werde, was aus dem Umstande hervorgehe, daß die Spiegel nicht weit vom Stück auffallen.

Zur weiteren Ausbildung der Theorie des Schießens gehört auch noch das Abmessen der Flugzeit der geworfenen Bomben, um die Länge der Brandrohre danach einzurichten, damit der Feind nach dem Niederfallen der Bombe keine Zeit gewann, sich gegen das Zerspringen derselben in Sicherheit zu setzen. Um diese Absicht zu erreichen, ließ man, so lange man die Bomben mit zwei Feuern zu werfen pflegte (d. h. zuerst das Brandrohr, dann die Mörserladung anzündete), die Brandrohre die erforderliche Zeit im Mörser brennen, ehe man sie abfeuerte, wodurch die Bombe

nur eben Zeit hatte, ans Ziel zu kommen, ehe sie platzte.*) Allein da dieses Mittel, sowie die hierauf eingeführten „Knall- und Fallgranaten" mit Feuerschloß (Percussionszünder) unzuverlässig waren, so räth Mieth**) zuerst, die Brandrohre der Bomben nicht eher einzusetzen, bis die letzteren geworfen werden sollen, und man aus dem Probewurf weiß, wieviel Zeit sie nöthig haben, ihre Bahn zu durchlaufen. Man richtet sich dann entweder mit der Länge der Brandrohre nach der Zeit, welche sie brennen sollen, oder man bohrt in der entsprechenden Länge an der Seite ein Loch hinein, durch welches der Feuerstrahl herausfährt und die Bombenladung entzündet.

Bei diesen vereinten Bemühungen der größten Mathematiker, die Theorie der Flugbahn zu erläutern, und der bedeutendsten Praktiker, die volle Schußwirkung auszubeuten, muß es um so auffallender sein, die Masse der ausübenden, wie literarisch thätigen Artilleristen diesen Bestrebungen so gleichgültig gegenüberstehen zu sehen, indem auf deutschem Boden keinerlei Versuche zur Bethätigung oder Widerlegung, sei es der bisher adoptirten Anschauungen, sei es der neuen Theorien, angestellt wurden. Man beschränkte sich entweder auf bloß speculative Untersuchungen der Bahn geworfener Körper, wie in den zahlreichen „Büchsenmeistereyen", in denen einer vom andern abschrieb; oder man hielt derlei Untersuchungen von vornherein für überflüssig, da weder die eine, noch die andere Theorie der Wirklichkeit entsprach, und es läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß in diesem Zeitraum auch nicht eine Kugel nach den aufgestellten Berechnungen abgefeuert worden ist. Es ist jedoch nicht minder wahr, daß der praktische Artillerist bei dem ersten oder sogenannten Probeschuß nicht mehr so ganz ohne Nachdenken verfuhr, wie vordem.

2. Innere Ballistik.

a. Ueber die Ursache und Art der Expansivkraft der entwickelten Pulvergase herrschen noch die lächerlichsten Ansichten. Die Erklärungen der Schriftsteller, welche sich mit diesem Thema befassen, sind so unbestimmt und undeutlich, daß es oft sehr schwierig

---

*) Nach Hoyer, Geschichte des Kriegswesens II. 53.

**) „Artilleriae recentior praxis" oder „Neuere Geschützbeschreibung". Leipzig 1684.

ist, ihre Meinung nur zu verstehen. Selbst Schreiber hält sich in seiner „neuen Büchsenmeisterey“*) noch an die den Feuerwerksbüchern des 15. Jahrhunderts entlehnten Büchsenmeisterfragen, wenn er den Zeugmeister fragen läßt, was die Kugel aus der Büchse forttreibt, das Feuer oder der „Dunst“ (Gas?), worauf der Büchsenmeister antwortet: „Etliche Unerfahrene sprechen, das Feuer habe die Kraft, die Kugel fortzutreiben, ich aber spreche: der vom Schwefel Sallitrichte feurig erweckte Dampff hat die Kraft.“ Zeugmeister: „Wovon entstehet denn solch gewaltsamer Dampf, kommt er vom Schwefel oder Salliter?“ Büchsenmeister: „Es kanns weder Schwefel, noch Salliter allein zu Wege bringen, sondern sie müssen nach rechtem Gewicht unter einander vermischt werden, mit einem Zusatz von Kohlen, dann wann das Pulver vom Feuer angezündet wird in einem eingesperrten Corpus, so ist der Schwefel hitzig, und fänget gerne Feuer, der Salliter aber kalt, der kann das Feuer nicht leiden, sobald er das Feuer fühlet, so vermischt (zersetzt) er sich von der Hitz, wann er verbrannt ist mit des Schwefels Dampff, und verursachen so alle beide einen starken Dunst, der treibet das Schwache fort in einem starken Corpus, wenn er versperrt ist, im freyen aber thut solcher Dunst nicht viel, es würden dann etliche Centner vom Feuer angesteckt, da es dann, was nahe ist, zerbricht, und mit wegstößet.“**)

In seinem „Büchsenmeister-Diskurs“ giebt Schreiber die Erklärung ab:

„Wann der brennende Schwefel unter den kalten Salliter kommt, so hebet der Salliter an zu spritzeln und speyen, und zapfelt von wegen der widerwärtigen Hitze des Schwefels, so ihm ganz zuwider ist; so machen Hitz und Kälte, solch einen starken Dampff, der sonst läufig ist.“ — In diesem Buche erklärt sich auch Schreiber gegen die Meinung der Alten, daß, wenn man über Wasser schießt, der Salpeter sich nach dem Wasser begebe und der Schuß schwächer werde.

*) „Beschreibung einer neuen und zuvor nie ausgegangenen Büchsenmeisterey“ ꝛc. Breslau 1656 und 1657.

**) Im Feuerwerksbuch von 1445 wurde diese Frage also beantwortet: „Sprech ich beyde. Der Schwebel ist als hitzig, oñd der Salliter als kalt, das die kaltin der hitz nit geliden mag, noch die hitz der keltin. Wan keltin vñ hitz sint zwey widerwärtige ding. Vñd ist doch eins on das ander nit nutz zu dem pulver.“

Mieth meint in seiner „Artilleriae recentior praxis" (1684): „Die zwei Contraritäten, Hitze und Kälte (Schwefel und Salpeter), Feuer und Wasser werden durch das Anzünden der Kohle aufgelöst und zertrennet, dabei sucht jedes über das andere zu herrschen; je mehr nun ihre Macht zunimmt, je gewaltsamer wird die Gegenlage fortgetrieben. Das Feuer sucht seinen natürlichen Ort, die Luft; das Wasser, so im Salpeter ist, hänget sich an das Stück inwendig an, treibet das Feuer vor sich, und behält die Ueberhand."

b. Die Art der Wirkung des Pulvers auf das Geschoß giebt zu den sonderbarsten Grübeleien Anlaß. Schreiber*) führt aus, daß etliche zwar meinen, das Pulver wirke gleichmäßig nach allen Seiten; er bestreitet aber diese Behauptung mit der allgemein giltigen Annahme, daß „des Pulvers Dampff allzeit über sich begehret", was mit der Beobachtung bewiesen wird, daß im Kernschusse abgefeuerte Kugeln über die Scheibe hinausgegangen sind. Sobald demnach die Kugel das Rohr verlassen hat, wird sie vom Pulverdampf etwas gehoben; die Geschwindigkeit des Geschosses wird größer, wenn das Rohr elevirt ist, während mit unelevirtem Rohre nur schwache Schüsse geschehen. Eine große Gasmenge bleibt in letzterem Falle im Rohre zurück, die dann durchs Zündloch einen Ausweg sucht und für die Anfangsgeschwindigkeit verloren geht.

Ausführlich verbreitet sich hierüber Simienowicz, indem er sich an des Scaliger Theorie von der Natur der bewegenden Kraft (Ausdehnungsvermögen verdichteter Luft) anschließt; er erörtert zunächst (I. 151) die „Form und Figur" der bewegenden Kraft des Pulvers und kommt zu dem Schlusse, daß diese abhängig sei von der Form der einschließenden Hülle und der Gestalt des Geschosses. Darauf basirt er die theoretisch beste Geschoßform, als welche er die Kugel, oder auch ovale Geschosse findet; auch cylindrische Geschosse seien vortheilhaft, wenn sie wie ein Pfeil die Luft durchschneiden, also mit ihrer Längenachse in der Flugrichtung bleiben und wenn ihre vordere Begrenzungsfläche abgerundet ist. Bei diesen Untersuchungen kommen überhaupt schon ganz plausible

*) „Neue Büchsenmeisterey". 1656. XXX. Cap. „Von unterschiedlichen Schützen" und XXIII. Cap. „Von kurtzen oder langen Büchsen."

Vorstellungen von der Umdrehung der Geschosse in der Luft und deren Einwirkung auf die Geschoßoberfläche zum Vorschein.

c. Der Einfluß der Rohrlänge auf die Kraftäußerung des Pulvers, schon längst bekannt, wird kritisch beleuchtet und führt zu interessanten Versuchen. Wiewohl die Kugel in kurzen Rohren durch Reibung und Anschläge weniger an Kraft verliert, wie in langen, so „verleuret sich doch auch der Dunst, der die Kugel forttreiben muß, in einem kurtzen Rohre eher und kann der Kugel nicht ihren rechten Schwung geben: obschon auch der feurige Strahl neben und hinter der Kugel mit fortgehet, so kann er doch aussen vor dem Mundloche der Kugel wenig in die Weite helfen."

Als die richtige Rohrlänge nimmt man jene an, bei der alles Pulver verbrenne resp. keine unverbrannten Pulverkörner mehr herausfliegen. Mieth *) widersetzt sich dieser Theorie durch folgenden Einwurf: „Dieses ließe sich bei Unwissenden hören, wer hätte aber jemals in ein Stücke geschaut, als sich das Pulver entzündet, und wer hätte sehen können, wie sich der Dunst vom Pulver ausgedehnt?" — Gegen die Meinung verschiedener Schriftsteller, die Länge des Rohrs sei richtig bemessen, wenn die Pulvergase das ganze Rohr ausfüllen können, erklärt sich Mieth ferner mit den wenig Nachdenken verrathenden Worten: „Mich wundert, daß sich so viele Verständige so blosgegeben und gezweifelt, daß eine ordinaire Ladung Pulver in einem langen Stück zu wenig wäre, solches mit Dunst anzufüllen, da doch das längste Stück viel zu kurz, die pure und helle Flamme einer geringen Ladung in sich vergehen zu lassen, geschweige denn, daß der Dunst nicht zulangen und die Kugel nicht genugsam angreifen und treiben sollte." Mieth verwechselt hier offenbar die Feuererscheinung mit dem Expansivvermögen der Gase des entzündeten Pulvers.

Die ersten Versuche hierüber haben die Italiener gemacht, dann folgten die Niederländer und schließlich die Deutschen. So soll 1602 zu Antorf ein Vergleich der Schußweiten mit einer 19 Kaliber langen 24pfündigen Karthaune und einer 43 Kaliber langen 13pfündigen Kolubrine angestellt worden sein, wobei letztere mit gleicher Elevation 200 Schritte weiter schoß.**)

---

*) Neue Geschützbeschreibung, Tom I. 32. Cap.

**) Dr. Meyer, Geschichte der Feuerwaffentechnik.

Uffano macht in seinem Trattado dela artilleria*) bekannt, daß von einem 45 Kaliber langen 12-Pfdr. 12 Kaliber abgeschnitten wurden, und er schoß nachher 1000 Schritte weiter.

In Dresden befindet sich, nach Buchner, i. J. 1683 eine Karthaune, die man zu verschiedenen Längen abgeschnitten, um die richtige zu ermitteln. Schreiber erzählt von zwei Offizieren, die auf ihrem Spatziergange zwei 50pfdr. Kanonen treffen, nämlich eine „gantze Karthaune" und eine „gantze Nothschlang", letztere 6 Kaliber länger; sie geriethen in Streit, mit welcher man weiter schießen könne, und es kommt soweit, „daß beyde Stücke ins Feld geführt werden, und wurden neben einander gestellt, mit gleicher Ladung geladen, auch nach den Quadranten gleiche auf den höchsten Grad gericht, man gab ihn auch zugleiche Feuer, damit sie auch einander hülffen, die Luft bewegen; da man nun beide Schüsse besehen hat, so hat es sich befunden, daß der Karthaunen Kugel ist umb 1550 Schuh kürtzer befunden worden, als der Schlangen Kugel."

d. Weiter wird die Frage erörtert, ob man mit 2/3 Pulver ebensoweit schießen könne, als mit kugelschwerer Ladung, was bejaht wird. — Eine originelle, wenn auch etwas unklare Herleitung dieses Ladungsverhältnisses giebt Zübler im 3. Theil seiner „Geometrischen Büchsenmeisterey", wörtlich lautend:

. . . . . „Damit solches Stuck in guter, gerechter Proportion stünde gegen dem gewicht und maß des Pulvers vnnd der Kugel, so man gewöhnlichen pflegt im brauch zu haben, als nemlichen zwey Dritttheil des Gewichtes, so die Kugel wigt und schwer ist. Darumb wir nun weiter auch ersuchen wöllen, so ein Stück Büchsen, das 20 Pfd. Eysen scheußt, und sein rechte gebührliche Proportion hat in der lenge zu solcher Ladung der zweyen Dritttheil Pulvers des gewichts der Kugelen, wo nun solches Stück herter gelade wurde mit mehr Pulvers, weiter schießen würde dann vor. Dann so wir sprechen (wie sich denn in der warheit selbst befindet), das solcher Schuß weiter gehen würde, möchte man erachten, solches wer unser meinung zuwider." . . . . .

Nach Vorausgehendem würde nämlich die Kugel das Rohr

*) „Arceley d. i. Gründtlicher und eygentlicher Bericht von Geschütz und aller Zugehör 2c. durch Diegum Uffanum", übersetzt von de Bry. Frankfurt a. M. 1621.



bereits verlassen haben, ehe alles Pulver entzündet wäre, und so ein Theil der Wirkung verloren, d. h. die Kugel nicht so weit gehen. „Aber solche falsche Meinung", fährt er fort, „der unverständigen zu erlegen, soll man merken, ob gleichwol der gewalt vnnd krafft des dunstigen Triebs, so erwachset und sich erhebt, von der zugabe und vermehrung des Pulvers (nachdem die Kugel von der Büchßen heraußen ist) solchen trieb weiter nicht helffen mag, weil sie in der Büchse ist, das sie doch den gewalt mehrt und sterket, wann sie hinauß ist, nemlichen im zwischen Lufft, dann aller solcher Dunst volgt der Kugel stracks hernach, ob gleichwohl die Kugl etwas von der Büchsen hinweg ist, welcher volgend Dunst den Trieb jhe in der stercke vermehrt und demselbigen zugibt, so doch wohl war ist, das solcher Dunst nicht helffen mag, das die Kugl leicht fertiger geschossen werde mit grösserem Gewalt und mehr ungestümigkeit, wann er sie außerhalb d' Büchsen ergreifft, als ob er sie darinn ereilet hätt', also das solche krafft nicht in rechter gebührlicher Proportion stehn mag zu solcher viele des Pulvers, so der ordentlichen Ladung zu geben wirdt, aber durch die rechte proportionirte Wirkung zu schiessen, sollt du dieses Exempel merken ꝛc."

In einem ziemlich confusen Beispiel wird nun dargethan, daß, wenn man mit 2/3 kugelschwerer Ladung eine 20pfündige Kugel auf 1000 Schritte schießt, und dann mit 3/3 kugelschwerer Ladung, also mit anderthalbmal soviel Pulver als das erstemal, der Schuß nicht in gleichem Maße weiter geht, nämlich 1500 Schritte, sondern höchstens auf 1250 Schritte, giebt man dann noch ein weiteres Dritttheil zu, so vergrößert sich die Schußweite auch um diese 250 Schritte nicht mehr u. s. w., bis schließlich sogar der Fall eintritt, daß mit zunehmender Ladung die Schußweiten sogar kürzer werden, worauf das Sprüchwort angewendet wird: „Zu wenig und zu viel, verhindert alle spiel" — und „Überfluß stoßet dem Vaß den Boden auß." Füllt man vollends das Rohr ganz mit Pulver, so daß die Kugel eben vorne noch Platz hat, so wird gezeigt, daß solcher Schuß, falls das Rohr nicht zerspringt, am unwirksamsten ist, weil das zunächst dem Zündloch entzündete Pulver, sobald es stark genug ist, die Kugel und das noch unverbrannte Pulver aus dem Rohr treibt, wodurch erstere nicht die Geschwindigkeit bekommt, als wenn die Ladung proportionirt ist. Hierbei wird der Satz aufgestellt, daß das entzündete Pulver einen zehnmal größeren Raum einzunehmen vermag, als im festen Zustande (siehe

unten sub b). Nach Uffano wird die Ladung im Verhältniß zum Kugelgewicht größer, je kleiner das Kaliber ist. Simienowicz*) und mit ihm die Mehrzahl der Schriftsteller seiner Zeit verlangt, daß „ein Kanonier allzeit nach der weite und Gelegenheit des Schusses und nach Beschaffenheit der Sachen und des Orts, es sey auff Eysen- oder Bley- oder Steinkugel mit dem Pulver, nachdem es auch stark ist, wissen soll, ab und zuzugeben, noch dem stärksten Ladung bedürftig und zwischen daß man am sichersten und gleichsten ladt, soll man bei jedem Stück hölzerne Ladung (Lademaße, der Verf.) alz zu 1/3, 1/2, 2/3 oder gantz Kugelschwere haben."

Die Kammergeschütze erreichten in Folge der günstigen Anordnung des Verbrennungsraums und des Zündlochs (schräg von hinten auf die Seelenaxe führend) mit 1/3 kugelschwerer Ladung eine ebenso große Schußweite, als die anderen Geschütze bei einer Ladung, die dem vollen Kugelgewicht gleich war. So verhielts sichs auch mit den Mörsern, die eine 100pfündige Bombe um 700 Schritt weiter warfen, als ein gewöhnlicher Mörser von gleichem Kaliber.

Durchschnittlich betrugen die Geschützladungen um die Mitte des 17. Jahrhunderts in Deutschland:

zur Probe 1 Kugelschwere,
zum Breschiren 2/3 „
zur Belagerung 1/2 „
im Felde 1/3 „ ; die ledernen Kanonen Gustav Adolfs von Schweden hatten 1/4 kugelschwere Ladung.

e. Eine Streitfrage war auch die, ob das Pulver wirksamer sei, wenn man es beim Laden fest ansetze und zusammenpresse oder nicht, worauf man sich im Vergleichswege dahin einigte, „das mittel zu halten, darmit solches Pulver nicht auff's aller hertest, oder auffs aller leisest, sondern in der mittel maß eingeladen werde. Dann so man das Pulver hart uber einander stoßt, das es als uber einander getrungen wirdt, mag es das Feuer nicht so schnell empfahen, oder also bald verbrennen, als so es etwa luck liegt, aber jhe langsamer ein Pulver verbrennet vnnd

*) Vollkommene Geschütz-, Feuerwerk- und Büchsenmacherey-Kunst von Casimir Simienowicz, polnischer General 2c., übersetzt von Thoma. Frankfurt a. M. 1676.

angeht, jhe schwecher der Schuß ist, vnnd dargegen wider, jhe schneller das Pulver, das angehet, vnnd verbrennet wird, jhe gewaltiger oder sterker die Kugel von statt getrieben wird."*)

Setzt man das Pulver beim Laden zu fest an, so sollen unverbrannte Pulverkörner, ja ganze Loth unverbrannten Pulvers herausfliegen; dieselbe Erscheinung hat man auch beim feuchten Pulver beobachtet.

f. Den Einfluß der Feuchtigkeit, Erwärmung und Verschmutzung des Rohres auf die Verbrennung und Kraftäußerung des Pulvers erörtert Buchner**) wie folgt:

„Zwei Schüße aus einem Stück nach einander seind einander ungleich, denn das Stück hat beim ersten Schuß etwas Feuchtigkeit bei sich, welche der Anzündung gleichsam zuwider; hingegen ist es beim andern Schuße etwas reiner und hat die Pulvernatur schon angenommen, derowegen das Pulver sich desto geschwinder in Dunst resolviret und die Kugel heftiger austreibet als die erste u. s. w. — Beim 7. oder 8. Schuße aber muß man schon etwas höher richten, indem das Stücke anfährt, warm zu werden, dadurch das Metall eine anziehende Kraft bekommt, denn der Dunst vom Salpeter (welcher bei vielen Schüßen von dem Metalle je mehr und mehr an sich gezogen wird) treibet die Kugel aus und nimmt also die austreibende Krafft nach und nach ab, wie solches mit den Schrepffköpfen zu beweisen, welche nach empfangener mehrer Hitze desto stärker anziehen. Dannenhero bei Erhitzung der Stücken wohl in acht zu nehmen, daß man kein Unglück haben möge; denn sobald die im Stück anklebende schwartze schleimige Feuchtigkeit sich beginnet, zu verlieren, alsdann kommen nach und nach höhere Schüße, bis sich solcher Schleim ganz und gar verloren hat."

Im „Büchsenmeister-Diskurs" von Schreiber wird auf die Frage des Zeugwarts, ob man aus einem kalten Rohre sicherer schießt, als aus einem warmen? geantwortet: „daß der erste Schuß aus einem sehr kalten Stücke als zu Winterszeiten, da das Metall von der Kälte spriede ist, gefährlicher zu schießen sei, als wann es

*) Geometrische Büchsenmeisterey von Zübler.

**) Theoria et Praxis Artilleriae, Nürnberg 1685. I. 50. „Die Schüsse gegeneinander zu halten, ingleichen der Erhitzung eine nöthige Wissenschaft."

erhitzt ist. Derowegen wenn ein Stücke weder zu kalt noch zu warm in mittelmäßiger Wärme ist, so ist wohl am besten mit zu schießen, und geräth der ander Schuß ohne alle Beschwerung gern am besten. Denn öffter man nach einander aus einem Stücke scheußt, je mehr Verenderungen erfolgen, nicht nur am Stücke allein, sondern auch am Pulver, ob man gleich einerley Pulver scheusst; sintemahl sei es kalt oder warm, so bekommt das Stück immendig eine gantz schwartze schleimige Farbe wie Schmeer von einem feuchten Brodem, der sich aus dem Metall in's Pulver zeucht, da dann deßwegen alle Schuß zu kurtz gehen, so lange dieser feuchte Schleim im Stücke währet."

g. Anlangend nun den **Pulverschleim**, so hält ihn andrerseits Buchner*) für „eine in dem Salpeter und Schwefel noch enthaltene fette und zehe Materie, einem Leimen gleich (welches so zu reden gleichsam vor Krankheiten des unreinen Salpeters 2c. zu halten), sonderlich wenn man consideriret, wie sich diese Materia durch des Salpeters und Schwefels bey sich führenden Hitze, umsoviel mehr aber bei Entzündung des Pulvers in harte Materia und kleine Steine abbäcket oder generiret." (Es wird hier auf die Meteorsteine angespielt, welche als „Geschwülste, Schnupfen oder Krankheiten der Natur" beim Gewitter vom Himmel fallen.) In seiner „Neuen Büchsenmeisterey" bezeichnet Schreiber**) den Pulverschleim als „eine gantz schwartze schleimige Feuchtigkeit, an der Farben fast wie Wagenschmier, aber nicht ganz so fettlich, das kommt von einem feuchten Brodem" u. s. w.

h. Ueber die **Spannung der Pulvergase** gehen die Meinungen sehr auseinander. Nach Zübler soll die Expansivkraft der entwickelten Pulvergase zehn Mal größer sein, als der Raum, den das Pulver im festen Aggregatzustande einnimmt; nach des Cardani Theorie nimmt das entzündete Pulver hundertmal soviel Platz ein, als seine eigene Größe erfordert. Schellius behauptet, daß der von den Gasen einzunehmende Raum 12 500 Mal größer sei, als der andere. Während man nun die Kraftquelle früher in der Antipathie zwischen Hitze und Kälte, die im Salpeter eingeschlossen sind, gesucht hat, stellt Buchner eine Parallele

*) Theoria etc. Von des Pulvers Gewaltsamkeit oder dessen erschröcklichen Effekt 2c. III. 36.

**) Siehe dessen 30. Cap. „Vom Erkühlen der Stücke."



zwischen der Wirkung des Blitzes und der Gewalt des Pulvers auf und kommt zu dem Schlusse, daß es in beiden Fällen die mit Schwefel- und Salpeterdämpfen gesättigte Luft und die Heftigkeit ihrer Zertheilung ist, welche „den erschröcklichen Ausbruch und gewaltsamen Krafft" verursachet. Auch Hooke vermuthet, daß es in der Atmosphäre und im Salpeter ein und dieselbe Substanz gebe, die verbrennliche Körper bei höherer Temperatur auflöse.

i. Die das Schießen begleitende Erscheinung des Knalls erklärt man sich aus dem gewaltsamen Zusammenstoß der äußern Luft mit dem durch die Entzündung des Pulvers erzeugten „starken Dunst", woher auch das Klirren der Fenster und Zittern der Häuser rühret. Dambach*) sagt darüber: „Dieweil aber der inner Dunst mächtiger und kräfftiger ist, dann der äusserste, dringt er fort mit Gewalt, und treibt den Feind ab mit großer Ungestümigkeit, dadurch sich das heftige Donnern der Büchsen erhebt und verursachet wird: dann wie die Philosophie vnd fleissige erkündiger natürlicher Dingen zeugen, so erhebt sich der Thon auß der Anstoßung zweyer unlebhafter Dingen gegen einander, darauß wohl zu verstehen, das solcher grausamer harter Thon aus keiner andern Vrsache geschieht, dann auß dieser schnellen, ungestümen Zusammentreffung deß innern Dunstes, innerhalb deß Rohres verursacht, mit der eussersten umbgebenden Lufft, die allzuvorderst im Mundloch zusammenstoßen."

k. Ueber die ballistischen Eigenschaften der Bestandtheile des Schießpulvers verbreitet sich Buchner im 3. Theile seiner Theoria et Praxis Artilleriae in folgenden Sätzen:

Der Salpeter wird das „principalste Stück" und der „Effectuant", ja die „Seele" des Pulvers genannt; derselbe soll, obgleich er „einen hitzigen und brennenden Geist" in sich enthält, doch „kalter Natur" sein, der sich beim Entzünden nur langsam zersetzt. Von ihm nimmt man an, daß er unter sich verbrennt. Je reiner der Salpeter, desto schneller zersetzt er sich, während das mit ungeläutertem Salpeter bereitete Pulver „wegen der annoch bei sich führenden widrigen Materien, wovon eine widerspänstige Dunst herrühret, seitenwärts reisset."

Der Schwefel gilt als ein Mineral von Fett und Feuer

*) „Büchsenmeisterey", Frankfurt a. M. 1609. I. 52. „Aus was Ursach ꝛc."

fangenden Theilen, der die Verbrennung der Pulversubstanz befördert, zumal unter Zutritt von Kohle als dessen „rechter Zunder"; er ist „hitziger und flüchtiger Natur, daß, wenn er angezündet, stets über sich zu brennen pflegt, dem Feuer ist er eine anmuthige Speise, und locket es von weitem zu sich." — Simienowicz huldigt noch der Ansicht, der Schwefel könne mit Quecksilber, pulverisirtem Glas, Branntwein oder Alaun gestärkt werden.

Die Wirkung der **Kohle** besteht laut Buchner u. A. in der Entzündung der brennbaren Theile des Pulvers, denn es sind die Kohlen von „lüfftiger und Feuer fangender Natur, dahero sie auch mehr vor einen Zunder des Feuers als natürliches Feuer selbst zu halten. Der **Rauch**, wenn er fett ist, fänget leichtlich die Flamme, halte also die Kohlen vor das nechste zum Rauche, dann beydes der Rauch und die Kohlen sind anders nichts als ein Zunder. Wann nun die Kohlen in gewisser Maasse unter Salpeter und Schwefel gemischt werden, bekommen sie durch das lange Stampfen oder incorporiren von dem Schwefel gleichsam eine anhängende hitzige Fettigkeit, wodurch selbige um so viel ehe das Feuer fangen und die im Pulver vorhandene Species geschwind entzünden" ꝛc. Wird Kohle nicht im richtigen Procentsatze gemischt, erschwert sie die Entzündung und Verbrennung und hinterläßt, im Uebermaße beigegeben, viel Rückstand. — Davon, daß die Kohle Feuchtigkeit anzieht und chemische Verbindungen mit dem Salpeter eingeht und so als Gaserzeuger wirkt, hat man noch keine klaren Vorstellungen.

l. Den von Alters Zeit hergebrachten Gebrauch, mit **zweierlei Pulver zu schießen**, vertheidigt Kästner,*) indem er empfiehlt, zuerst das bessere Pulver zu laden und dann das schlechtere. „Notabel ist," sagt er, „daß man mit zweierley, der Stärke nach differentem Pulver, wann es besagtermassen ins Stück geladen wird, weiter schiessen wird, als mit einerley." Dieser Behauptung tritt zuerst Schreiber**) entgegen.

m. Ueber die **Wirkung der verschiedenen Pulversorten** giebt Simienowicz***) eine ausführliche Erklärung ab, weshalb

*) Vestibulum Pyroboliae Frankfurt 1671, II. Theil, S. 45.

**) Neue Büchsenmeisterey. Breslau 1657. 17. und 26. Cap. („Von der Pulver-Probe" und „wie weit ein jedes Stücke auffs weiteste scheußt.")

***) Vollkommen Geschütz-, Feuerwerk- und Büchsenmeisterey-Kunst. Frankfurt 1676. II. 12. Cap. „wie man das Pulver erkennen soll: obs stark oder schwach" und 13. Cap. „wie man ein Geschütz laden soll" ꝛc.

gekörntes Pulver stärker wirke als Mehlpulver, sagt aber dabei, man dürfe die Körner nicht zu groß machen, „da nicht, wie Viele glauben, das Pulver um so kräftiger sei, je größeres Korn es habe; auch soll ein Kanonierer wissen, daß er unter das knolligt und körnigt Pulver ein wenig zermaltes Pulverstaub mischen und daß seine Ladung nicht zu hart angesetzt werde, es in anzünden viel gerader und schneller augeht, auch sie sämmtlich entzündet, und incorpiret, ja auch einen viel stärkeren Schuß giebt."

Im allgemeinen giebt Schreiber dem grobkörnigen Pulver für die großen Geschütze den Vorzug; seine bessere Wirkung wird dem Umstande zugeschrieben, daß es beim Laden lockerer liegt, als das fein gekörnte, wodurch das Feuer sich rascher verbreitet. Hat man verschiedenerlei Pulver, so soll man dasselbe, falls man länger damit schießen will, mischen, nicht damit es weiter treibe, sondern weil dadurch die gegenseitigen Nachtheile ausgeglichen würden, und man viel regelmäßigere Schüsse erzielen könne.

Verwendet man faules Pulver für sich allein, so erhitzen sich die Rohre bälder und das Feuer wird langsamer, zudem daß es nicht die Kraft hat wie gutes.

n. Schließlich sei noch erwähnt die Wirkung der treibenden Kraft auf das Geschütz, die sich als Rückstoß, Bucken oder im Zerreißen des Rohres äußert.

Ueber die Entstehung des Rückstoßes schreibt der „in der Artillerie und in anderen Kriegskünsten hocherfahrene" Oberst J. v. Wallhausen*): „In dem Augenblicke, so sich das Pulver entzündet, so geschiehet der Zurückstoß oder das Rückwärtsweichen des Geschützes, und so viel mehr violenter oder gewaltsamer, so eine Kugel für dem Pulver oder das Pulver von forne verstopfft", und fügt bei:

„Die Luft in dem Geschütze der Seelen causiret den Stoß, dann das Feuer, wenn es in einem Augenblick generiret, durch die Canal zur äussersten Lufft hinaus will, und mit einer groben Feuchtigkeit begabet, hat auch eine Lufft in dem Geschütze, und außer demselben, will die Augenblickliche Lufft nicht lassen Meister sein, wiewohl doch des Salpeters seine generirte Lufft die Oberhand behält, so laufft das Stück zurück. Die Lufft vom Salpeter treibet das Stück zurücke, aber die Lufft in der Seelen ist Ursache,

*) „Archeley-Kunst" (1620) III. 5. Cap.

daß die Lufft des Salpeters den Stoß giebet; denn wenn die Lufft in der Seele nicht hinderlich wäre, so würde auch der Zusammenstoß nicht causiret." — Schreiber hält den Rücklauf für ein nothwendiges Uebel, das seitliche Abweichungen verursacht; drum hätten die Alten Blei hinter die Schildzapfen gegossen, damit sich die Kugel von dem harten Anstoße nicht verrücke.

Der Schuß sei viel sicherer, wenn kein Rad weichen könne; denn die Kraft, welche das Geschütz rückwärts treibe, gehe für das Geschoß verloren; würde der Rückstoß gehemmt, so würde man nicht nur weiter schießen, sondern auch weniger nach der Seite fehlen, indem der schiefe Räderstand keinen Einfluß äußern könnte. Schüsse mit gehemmtem Rücklauf knallen auch viel stärker, woraus hervorgehe, daß sie kräftiger wirken. Da aber hierbei die Rohre sehr angestrengt werden, dann weil man doch nicht bei jedem Schusse die Verdämmung, die immer wieder zerstört wird, herstellen will, ferner weil man auch mit dem Geschütze flankiren muß, so sei das Hemmen der Räder unnütz; auch das eingelegte Blei sei umsonst.

Kästner bestreitet in seinem Vestibulum Pyroboliae die Ansicht, daß der Rücklauf des Geschützes Einfluß auf die Geschoßbahn äußern könne, weil die Kugel schon aus dem Rohre ist, ehe dieser beginnt.

Dasselbe thut Targau (1626). — Dagegen remonstrirt wieder Buchner in seiner Theoria etc. I. 41, indem er unter Zugrundelegung von Wallhausen's Idee ausführt, daß das Geschütz in demselben Augenblicke nach rückwärts sich zu bewegen anfange, in dem die Kugel nach vorwärts getrieben werde, und daß der Rückstoß um so kräftiger wirke, je leichter das Geschütz sei. Ist nun das Rohr im Kerne ungleich, oder läge einem Rade etwas im Wege, oder die Schildzapfen seien ungleich in die Laffete gelegt u. dgl., so würde das Geschütz dadurch einen krummen Rücklauf bekommen, und weil dieser gleichzeitig mit der ersten Bewegung des Geschosses ist, dasselbe auch krumm aus dem Rohre gehen. Als Beweis dessen wird angeführt, daß das Zerspringen der Rohre auch nicht erst nach dem Verlassen des Geschosses stattfindet, sondern noch während dasselbe im Rohre ist; und wenn der Rücklauf keinen Einfluß hätte, so wäre gar nicht einzusehen, warum man sich mit Construction der Laffeten, Räder, Schildzapfen u. s. w. so viel Mühe gebe, sondern es müßte gleichgültig sein, „das Stück-Gefäße

wäre von zweyerlei oder schieffen Wänden, einer krummen Achs, zweierley Rädern, auch sonst lahmer Zusammensetzung, — als wie die Wendischen Bauern, wenn sie Hof-Fuhre thun sollen, ihre Wagen zusammenflicken, — gemocht, hätte also auch wenig zu bedeuten, das Stücke möchte stehen, wie es wolle, so müßte nach genommenem Visir der begehrte Ort getroffen werden." Auch Mieth*) theilt diese Anschauung, wenn er behauptet: „Die Bewegung und der Zurücklauf des Stückes geschiehet den Augenblick, als sich das Pulver entzündet; je stärker man geladen, und je weniger die Kugel Wind-Spiehlung (d. i. Spielraum) hat, je größer und violenter wird der Zurückstoß sein."

„Daß nun von etlichen geglaubt wird, die Kugel sei schon von der ersten Entzündung in diejenige Linie gebracht, welche man abgesehen, daß der ungleiche Zurücklauf oder Verrückung des Stückes oder dessen Lavett ihr keinen falschen Gang verursachen können, ist nichtig. Denn man nagele neben die Räder und Lavett doppelte oder sonst starke Latten an, daß sich das Stück auf keine Seite wenden kann, so wird man sehen, daß die Schüsse in einer beständigen Linie gehen. Man mache aber solches wieder frei, daß es seinen Rücklauf selber nehmen kann, wie es will, so wird es wohl unterwegens bleiben müssen, man richte es so gut, als man kann."

„Die Proben, die man etwa gethan, daß man ein Stück frei in Luft an Ketten gehenket, um zu erweisen wollen, daß die Kugel schon aus dem Stücke, ehe sich solches in eine andere Linie, als man es gerichtet verrücke, lasse ich dahin gestellt sein, und sage nur dieses, warum diejenigen Stücke, welcher Lagerpunkt recht in der Mitten des völligen Gewichtes (d. i. im Schwerpunkt) stehet, im Losschießen sich vorne senken und die Kugel aufgellen machen."

„Wann die hintere Wichtigkeit des Stückes (sc. Hintergewicht) gute Schüsse bringet, und die schweren Stücke sich nicht leicht verrücken, und dahero gleicheren und beständigern Schuß halten, als die leichten, wie es dann in der Wahrheit und tausendfältigen Praxin genugsam erwiesen; so möchte ich gerne den sehen, der nicht in Gedanken, sondern im Werk erweisen wollte, daß die Verrückung oder Zurücklauf die Schüsse nicht ändern sollte, hat eine solche schwere Maschiene, die da mit der Lavett und Rädern gleich als

*) Neue Geschützbeschreibung. Tom II. Cap. 38.

einen Zaum gehalten wird, zu thun, sich gegen den Gewalt des Pulvers und gegen einander stoßende Luft in etwas zu erhalten, was wird nicht ein in Ketten oder anderer Weis freigehängtes Stück vor Bocksprünge machen und lauter ungleiche Schüsse verursachen."

„Wann die Erschütterung oder Verrückung des Stücks den Schüssen keinen Mangel brächte, könnte man mit guter Richtigkeit allezeit das vorgesetzte Ziel treffen: „es ist aber nur zu wünschen, aber künstlich zu practiziren."

Den Ursachen des Zerspringens der Rohre, einer im Grund mehr technischen Frage, wird mit allem Fleiße nachgespürt und dabei die Wahrnehmung gemacht, daß die Rohre hinten und vorne leichter springen, als in der Mitte; als Grund hiefür wird angegeben: für den hintern Theil der große Widerstand der dem entzündeten Pulver durch das ruhende Geschoß entgegengesetzt wird und die Heftigkeit der Zersetzung des Pulvers selbst, für den vordern der Widerstand der Luft, auf den die in starker Bewegung begriffene Kugel beim Austritt aus dem Rohre trifft.

Buchner*) faßt die Resultate der gemachten Erfahrungen in folgenden Sätzen zusammen:

„Wann das Stücke keine rechte Proportion, und am Boden, oder überm Zündloche des Bodenstücks schwaches Metall hat, oder aber selbiges im Gusse schadhaft worden, oder aber das Metall an einem Orte dünner als am andern gefallen, oder unrein und böses Metall zum Guß genommen worden, oder so die Kernstange zu lang in das Bodenstücke hinter das Zündloch eingesenket worden oder so der Guß zu kalt oder zu warm, dadurch das Metall schrundig oder löcherieht wird, gewesen; oder so die Composition im Zerschmelzen nicht wohl durcheinander gegangen und gemischt worden; oder so kein gut zäh Metall eingesetzet, oder das Stücke überladen worden, oder so die Kugel zu groß und keinen Spielraum gehabt (?), oder wenn der Kugel etwas hartes im Ausfahren im Wege gelegen, oder wenn das Stücke öfters nach einander abgeschossen, und durch die Erhitzung, sonderlich durch gählinge Abkühlung das Metall sprissig oder mürbe wird: Item, so das Pulver durch die Kugel und Verschläge zu hart verstopfet, oder wenn das Stück lange geladen gestanden und die Kugel eingerostet,

*) Theoria et Praxis Artilleriae, I. 59.

und was etwa mehr darzu helffen möge: von diesen einigerley Ursachen muß das Stück zerspringen." — Rohre zerspringen auch leichtlich am Mund, „wenn die Kugel nicht recht rund ist oder Gußreifen hat; befinden sich in der Seele harte Gegenstände, wie Steinchen, eingetrockneter Pulverschleim u. dgl., so wird das auch öfters Ursache des Zerreißens; dasselbe tritt auch leichter ein bei elevirtem Rohre als beim Kernschuß." — Der Büchsenmeister Adolph Decker von Straßburg, der lange auf der See gedient hat, fügt noch hinzu, daß ers oft und viel erfahren habe: „wann eine geladene Kugel nicht feste am Pulver angestanden sei, so sei allemahl im Losschiessen das Rohr zusprungen." Mieth erzählt von einem Stückgießer Herold in Breslau, dem alle Stücke gesprungen; darauf habe sein Bruder, der kaiserlicher Gießmeister war, ebenfalls 2 Karthaunen gegossen, wovon wieder eine gesprungen; darauf habe man ein anderes Pulver genommen und das zweite Geschütz habe gehalten. Es sei nun ermittelt worden, daß das frühere Pulver „mit saueren liquoribus (Essig) befeuchtet worden." — Das Einfältigste in dieser Hinsicht berichtigt Schreiber: Beim Einzuge des Königs Sigismunds von Polen in Elbing 1624 zerspringt beim Salutschießen ein Rohr und weil man die Veranlassung nicht zu finden vermochte, so mußte wohl „etwas Gifftiges darein gekrochen sein."

o. Der Curiosität halber sei auch noch die viel ventilirte Frage erwähnt, ob eine ins Rohr geschossene Kugel das Pulver zu entzünden vermöge. Uffano verneint dieselbe und führt mehrere Fälle an, wo Kugeln in geladene Geschütze geflogen sind, ohne zu zünden.

Gar kindlich ist die Antwort, die Schreiber einem Büchsenmeister auf eine dahin abzielende Frage in den Mund legt: er meint, wenn das Pulver nicht zu nahe ist, kann die Kugel nicht zünden, weil „der Tufft oder feuerige Strahl, der sonst bey und neben der Kugel herfähret, derselben nicht soweit beywohnen kann, daß solch Feuer das Pulver erreicht"; trifft aber die Kugel direkt auf Pulver auf oder ist sie glühend, so wäre es wohl möglich.

3. Schußtafeln.

Die allgemeine Aufgabe der Ballistik ist, zu zeigen, wie gegebene Ziele mittelst bekannter Schießvorrichtungen zu treffen sind. Die nächsten zu lösenden Fragen waren demnach: zu einer ge-

gebenen Schußweite und gegebenen Ladung (Anfangsgeschwindigkeit) die geeignete Erhöhung oder umgekehrt die für eine bestimmte Erhöhung zugehörige Ladung zu finden. Diese Fragen mußten ihre Lösung in der Aufstellung von Schußtafeln finden.*) Die Daten hierzu konnten bei der höchst mangelhaften Vorstellung, die man sich über den Weg des Geschosses in der Luft machte, nur auf praktischem Wege gefunden werden durch Ausführung zahlreicher Schießversuche. Statt aber diese anzustellen, zog man es vor, aus einer gegebenen Combination von Ladung und Erhöhung Formeln zur Berechnung der Schußweiten in allen möglichen Fällen aufzustellen, die das Gepräge ihrer Unvollkommenheit und Unwahrscheinlichkeit an der Stirne tragen.

Da die Höhenrichtung auf zweierlei Weise, entweder mit Hilfe der Vergleichung oder mit dem Quadranten genommen wurde, so war auch die Aufgabe eine doppelte, nämlich:

a. bei bekanntem Kernschuß mit Hilfe des Vergleichskornes jede andere Schußweite zu finden, oder aber auch

b. aus bekanntem Visirschuß eines Stückes zu finden, wie weit dasselbe auf einen gewissen Grad schieße;

c. aus bekanntem Visirschuß und einer gegebenen Distanz die dazu gehörige Erhöhung zu finden.

ad a. Ein Rohr wird verglichen, wenn man die Differenz zwischen dem höchsten Punkt des Bodenstücks und der Kopffriese nimmt, dieselbe halbirt und nun einen Stab dieser Länge (Vergleichung genannt) vorne auf der Mittellinie des Rohres aufsetzt; theilt man nun diese Vergleichung wieder in 5 gleiche Theile und dividirt den Kernschuß mit 5, so erhält man das Maß, um das die Schußweite wächst oder sich verringert, je nachdem man an der Vergleichung vorne oder hinten abnimmt resp. zugiebt. — Z. B. der Kernschuß einer Karthaune beträgt 500 Schritt; $\frac{500}{5} = 100$, nimmt man demnach von der Vergleichung vorne $^1/_5$ weg, so schießt man 100 Schritt weiter, also 600 Schritt; nimmt man $^2/_5$ weg, schießt man 700 Schritt 2c.; wirft man die Vergleichung ganz weg, so schießt man 1000 Schritt und das ist dann der Visirschuß;

*) Nach Müller's Entwickelung der preußischen Festungs-Artillerie Seite 55.

setzt man nun hinten 1/5 auf, so schießt man abermals um 100 Schritt weiter, also auf 1100 Schritt u. s. f. bis 1500 Schritt.*)

Anmerkung. Man kann die Vergleichung statt in fünf in jede beliebige Anzahl Theile theilen, nur muß man dann den Kernschuß durch die Partialzahl dividiren.

ad b. Ist der Visirschuß gegeben, resp. die Entfernung für 1° Erhöhung bekannt, so fand man die Erhöhung aller Kanonen nach einer feststehenden Schießtafel durch die Regel de Tri. Eine solche Schußtafel giebt Buchner in seiner „Theoria et Praxis Artilleriae" unter dem Titel: „Eine halbe Kanone nach dem Quadranten oder Grundbrete, bis in die 45° eleviret trägt nach jedem Grad, als":

Erhöhung	Entfernung Schritt	Erhöhung	Entfernung Schritt	Erhöhung	Entfernung Schritt
1°	1000	16°	3775	31°	5425
2	1220	17	3920	32	5495
3	1435	18	4060	33	5560
4	1645	19	4195	34	5620
5	1850	20	4325	35	5675
6	2050	21	4450	36	5725
7	2245	22	4570	37	5770
8	2435	23	4680	38	5810
9	2620	24	4795	39	5845
10	2800	25	4900	40	5875
11	2975	26	5000	41	5900
12	3145	27	5095	42	5920
13	3310	28	5185	43	5935
14	3470	29	5270	44	5945
15	3625	30	5350	45	5950

Wollte man nun z. B. wissen, wie weit man mit 4° Elevation aus einem Geschütz schießen könne, dessen Distanz für 1° 800 Schritt beträgt, so setzte man die Proportion an:

$1000 : 800 = 1645 : x$, woraus

$x = 1316$ Schritt als die verlangte Entfernung

sich ergiebt.

ad c. Einer ähnlichen Rechnung bediente man sich beim Suchen der Erhöhung zu einer gegebenen Entferung. Verlangte

*) Nach Kästner's „Vestibulum Pyroboliae" p. 55.

man z. B. zu wissen, um wie viel obiges Geschütz zu eleviren sei, um auf 1948 Schritte zu schießen, so setzte man:

Es verhält sich die Entfernung für den 1. Grad beim einen zu der beim andern Geschütz (für das die Schußtafel aufgestellt ist), wie die gegebene Entfernung zu x, oder in obigem Beispiele

800 : 1000 = 1948 : x, woraus

x = 2435 Schritt sich ergiebt; diese Zahl entspricht aber in vorstehender Tabelle einer Elevation von 8 Grad.

Buchner hat auch eine Wurftafel für Mörser veröffentlicht, die dadurch entstanden ist, daß man mit gleicher Ladung und Kugel aus ein und demselben Mörser Würfe von 1 bis 45° Elevation abgegeben und die erreichten Wurfweiten notirt hat. Ob man sich hierbei mit je 1 Wurf begnügte, oder das arithmetische Mittel aus mehreren zog, ist nicht ersichtlich. Sie ist betitelt:

„Tabella, welche man zu Richtung der Feuermörser brauchen kann."

Erhöhung	Entfernung Schritt	Erhöhung	Entfernung Schritt	Erhöhung	Entfernung Schritt
1°	145	16°	700	31°	1040
2	189	17	729	32	1054
3	232	18	757	33	1067
4	274	19	784	34	1079
5	315	20	810	35	1090
6	355	21	835	36	1100
7	394	22	859	37	1109
8	432	23	882	38	1117
9	469	24	904	39	1124
10	505	25	925	40	1130
11	540	26	945	41	1135
12	574	27	964	42	1139
13	607	28	982	43	1142
14	639	29	1009	44	1144
15	670	30	1025	45	1145

Die Anwendung dieser Wurftafel ist analog der obigen; es wird hierbei von Buchner in einer Nota bemerkt, daß man beim Gebrauch derselben „das Pulver nicht sparen darf."

Eine andere solche Wurftafel gibt Braun,*) bei der schon

*) Novissimum fundamentum et praxis artilleriae. Danzig 1682.

das Verhältniß der Wurfweiten gegeneinander ein Beweis ihrer Unrichtigkeit ist; nach ihr gaben

10 Grad	713	Schritte	Wurfweite,
15 „	1070	„	„
20 „	1426	„	„
25 „	1783	„	„
30 „	2140	„	„
35 „	2496	„	„
40 „	2853	„	„
45 „	3210	„	„

Aehnliche Schuß- und Wurftafeln finden sich in Turtenbach's „Büchsenmeisterey-Schul" auf Seite 78; dann in Dambach's „Büchsenmeisterey" Seite 23 u. ff., ferner in Kästner's „Artillerie-Kunst" Seite 56 u. A. m. Auffallend ist es aber, eine Schußtafel für Kanonen zu finden, nach welcher der 24 Pfdr. schon im 34. Grad 9371 Schritte schießen soll, da man doch unmöglich an die Richtigkeit dieser Tafel geglaubt haben kann. Sie läßt das genannte Geschütz auf 1° 348 Schritt,
„ 2° 697 „
„ 3° 1045 „ u. s. w.
schießen, indem anfänglich immer die Entfernung für 1°, und später allmälig etwas weniger hinzuaddirt wird; bei 45° schießt dieses Geschütz 10000 Schritte weit.*)

Mieth, der große Praktiker, verwirft diese Schuß- und Wurftabellen gänzlich, wenn er sagt: **) „Die ausgerechneten Schußtafeln haben ihren Ursprung vom Kernschuß bekommen; von demselben an hat man bis auf den letzten Grad die Weite der Schüße observiret, und nach solchen die Tafeln auf Papier gebracht. Die Gewißheit und der Rhum, den etliche Autores solchen zuschreiben, fallen bei der Praxin mehrentheils in Brunnen: denn ob man gleich auf eine gewisse Sorte von Stücken, als z. B. auf halbe oder Viertel-Karthaunen eine gewisse Tafel nach Aufsteigen der Gradus richten wollen, so giebet es dennoch in der Praxi mehr Verwirrung als Richtigkeit, denn das Pulver ist ungleich im Korn und Stärke, der Wind ist einmal stärker als das andermal, die Luft ist zu Zeiten dick, zu Zeiten klar und

*) „Beschreibung der Artillerie" Mspt. S. 71 (Lt. Bormann).

**) Artilleriae recentior Praxis, II. Bd. 29. Cap.

lauter, das Wetter bald naß bald trocken, das Stück ist einmal mehr erhitzt als das anderemal, das Pulver wird zu Zeiten hart angesetzt, zu Zeiten gelinde, die Vorschläge und Kugeln sind in ihrer Größe und Schwere ungleich ꝛc. . . . . . Und woraus soll nun eine ohnfehlbare Richtigkeit der Schüße herkommen, dahero das judicium bei allen Schüßen das beste thun muß". . . . . u. s. w.

Wie wohl nun Mieth mit dieser seiner Anschauung den ihm bekannten Schußtafeln gegenüber nicht ganz im Unrechte war, so zeigte seine Beweisführung doch, daß er sich über das Fundament einer richtigen Schußtafelaufstellung einer groben Täuschung hingab, da er die Möglichkeit resp. Brauchbarkeit einer solchen bestritt.

Tabellen über die Größe der Geschwindigkeiten existiren nicht, da man sie nicht zu messen verstand, ebensowenig über Fallwinkel, die ja nach der Idee Tartaglia's entweder sämmtliche 90° betragen, oder nach der parabolischen Theorie gleich dem Erhöhungswinkel sein sollen.

4. Trefffähigkeit.

Wenn auch im vorigen Jahrhundert von den Artillerieschriftstellern Erklärungen über die Unregelmäßigkeit der Flugbahnen von unter gleichen Umständen abgegebenen Schüssen versucht wurden, und dabei manches Wahre und Scharfsinnige zum Vorschein kam, so waren die Anschauungen über das Wesen der Streuungen doch noch recht unklar. Bei jeglichem Mangel an eingehenden Versuchen und der antiquirten Vorstellung von der Gestalt der Flugbahn fehlte es natürlich an den nothwendigen Voraussetzungen und Mitteln zur wissenschaftlichen Bestimmung des Gesetzes der Geschoßabweichungen.

Auch nach der Annahme der parabolischen Flugbahntheorie war es unmöglich, für die Unregelmäßigkeiten der Schüsse eine Formel zu construiren, die für alle Fälle anwendbar gewesen wäre, weil man einen Hauptfactor, den Widerstand der Luft, hierbei außer Acht ließ, resp. ihre Einwirkung als zu unbedeutend ansah. —

Diese Blindheit der Gelehrten, wie der praktischen Artilleristen gegen eine so handgreifliche Naturerscheinung ist aber nicht der einzige merkwürdige Umstand in diesem Betreff: noch viel auffallender ist die Indolenz, die man den unanfechtbaren Forschungen

des großen Mathematikers Newton *) entgegensetzte, der den beträchtlichen Einfluß der Atmosphäre auf die Bewegung geschossener Körper nachwies und die Größe des widerstehenden Mittels bestimmte. Daher denn auch die ganz eigenthümlichen Hilfsmittel zur Bestimmung der Elevationen und Schußweiten, die unbehilflichen Anleitungen, einen „sichern Schuß zu thun", und die hunderterlei Gründe, die man schließlich doch herausstüpfelte, warum Fehlschüsse geschehen. Letztere Erörterungen bilden einen Hauptinhalt der „Büchsenmeistereyen" und sollen des historischen Interesses wegen, das sie immerhin bieten, auszugsweise die Fälle angeführt werden, die Buchner aufzählt und in denen Richtiges und Unrichtiges neben einander producirt wird. —

Zu den richtig erkannten Ursachen gehören folgende:

a. in Bezug auf das Geschütz: „wenn die Kernstange nicht wohl und gerade eingesetzt, oder im Guß gewichen ist, oder im Ausbohren versehen worden; wenn die Schildzapfen nicht gleich gerade einander gegenüber und in einer Größe gegossen werden; wenn das Stück einen Ausschuß hat, der dadurch entsteht, so im Anfang oder in der Probe das Stück mit der stärksten Ladung beschossen und Kugel mit dem Vorschlage nicht gleich gefüttert wird, um desto mehr, wenn das Gut zähe und nicht spröde oder sprissig ist, nimmt der Ausschuß zu; wenn das Stück nicht wohl in der Laffete liegt; wenn ein Rad leichter umgeht als das andere, so am meisten geschiehet, wenn der Kern im Stücke nicht allzu gerade ist, und wo das Metall am dünnsten ist, bewegt sich selbiger Seiten das Rad am ersten."

b. Munition: „wenn das Stück seine gehörige Ladung nicht bekommen, da entweder zu hoch oder zu niedrig geschossen wird; wenn die Kugel kleiner als der ordentliche Wind (Spielraum) ist; wenn die Kugeln nicht recht rund seynd, oder grosse Gußringe haben, bekömmt das Stück leicht einen Ausschuß, und je mehr daraus geschossen wird, desto mehr nimmt der Ausschuß zu, ist auch besser, der Ausschuß gehe unter sich, als seitenweise, ist ihm auch eher zu helfen; — so eine Kugel schwerer als die andere, welches daher entstehet, so man erstlich eine geschmiedete, zum andern eine gegossene Kugel nimmt; wenn nicht einerley Pulver genommen wird."

---

*) Principia Mathematica Philosophiae Naturalis, 1687. S. 351.

c. Aufstellung des Geschützes: „so die Bettung abhängig oder nicht stark genug ist, und solche nachgibt; wenn ein Rad höher als das andere, so am meisten geschieht, wenn eines auf der Schiene, das andere auf der Ziehebande stehet."

d. Bedienung: „wenn das Mittel nicht just und recht gesucht worden; wenn das Pulver einmal mehr als das andermal angesetzt wird; so die Vorschläg nicht gleich groß und stark gemacht, oder ungleiche Ansetz-Stöße bekommen; wenn beim Ansetzen des andern Vorschlags die Kugel auf eine Seiten mehr als auf der andern verdämmt, oder auf eine Seite getrieben, und nicht recht in die Mitte angesetzet wird; wo das Pulver den Boden des Stückes nicht wohl ausfüllet, und je nachdem das Stück ist, manchmal wohl ½ oder wohl 1 Pfd. Pulver mehr eingeräumt werden muß; so kein rechter Hauptkeil beim Stücke und die Stellkeile nicht recht gleich aufliegen und untergeschoben werden."

e. Witterung: „wenn es regnet oder schneit, da dann der Perpendikl am Quadranten, wo er nicht wohl im Trocknen verwahrt wird, ungleich spielet, auch die Luft desto dicker wird; wenn der Wind zu stark ist, und die Kugel seitenwärts treibet."

f. Entfernung: „wenn die Distanz nicht bekannt ist."

Ein Irrthum, der sich bis in die neueste Zeit erhalten hat, ist der Glaube, daß der Rücklauf und das Bucken des Rohres Einfluß auf die Trefffähigkeit haben. Dahin zielen folgende Angaben Buchner's: „Wenn bei Abfeuerung des Stücks etwan den Rädern oder Schwanze was im Wege lieget, wovon es einen krummen Zurücklauf und consequenter auch eine falsche Bewegung bekommt; ferner wenn durch Schießscharten geschossen und einer Schartenseite zu nahe gerichtet wird."

Mieth spottet über die „Künstler", die eine Kugel in eine Tonne schießen wollen und sagt: solche albernen Behauptungen seien Schuld, daß oft unbillige Anforderungen, an die Artilleristen gestellt würden; er führt ziemlich alle Elemente auf, die wir jetzt als Abweichungen hervorbringend kennen, und meint, so lange diese nicht in unseren Händen seien, würde man keine Tonne treffen. Daß aber solche Thorheiten geglaubt würden, könnte man ebensowenig verhindern, als den Glauben an lügenhafte Zeitungsnachrichten, sympathetisches Schießpulver u. dgl.

Der Zusammenhang der Trefffähigkeit mit Rohrlänge, Erhitzung und Verschmutzung des Rohres, den verschiedenen Pulver-

sorten, Qualität und Quantität des Pulvers und der Dauer des Schießens ist schon eben besprochen. Daß auch die Zielgröße von Einfluß sein könne, fiel Niemand ein; dagegen findet sich die Bewegung des Zieles als Ursache der Fehlschüsse angeführt und zwar beim Schießen gegen Schiffe; gegen Schiffe soll auch das Distanzschätzen beeinträchtigt und die Luft über Wasser dicker sein als zu Lande (von der Fabel ganz abzusehen, daß „das Wasser den Dunst des Salpeters anziehet").

Daraus, wie aus einigen anderen Bemerkungen, geht allerdings hervor, daß die Einwirkung der Luft beim Schießen, nicht ganz ingnorirt wurde, da sie sich ja schon dem Gehör durch den Knall beim Abfeuern und durch das Zischen und Pfeifen der Kugeln aufdrängte, was keiner andern Ursache zugeschrieben werden konnte, als der raschen Zerreißung und Zertheilung der Luft. Aber diese Einsicht konnte für die Theorie der Schießkunst erst fruchtbringend sein, wenn vom Standpunkte der Mathematik und Physik aus das Wesen und der Widerstand der Luft auf schnellbewegte Körper beleuchtet und eine neue Theorie aufgestellt worden war, die das ballistische Problem zur glücklichen Lösung brachte, eine Aufgabe, die erst in diesem Jahrhundert gelungen.

Resumé:

Diese vielen, nicht ohne Absicht im Originaltext angeführten Stellen der alten Büchsenmeistereyen gewähren einen Ueberblick, wie tief das wissenschaftliche Element der Artillerie in diesem Zeitraum noch im Schlummer lag.

Und so darf es nicht befremden, wenn wir in diesen Werken die sonderbarsten und verworrensten Vorstellungen antreffen, wenn wir beispielsweise erfahren, daß der Richter in der Artillerie das Feuer sei; das Stück sein Herz im Leibe des Büchsenmeisters habe; im Stücke das beste sei, daß die Kugel vorn herausgehe, und daß, wenn man ein Stück seiner Proportion nach lade und nach dem Quadranten richte, der Büchsenmeister des Stückes Meister, geschehe dieses aber nicht, das Stück sein Meister sei 2c.

(Fortsetzung folgt.)

X.

Aus der fortifikatorischen Baupraxis vom 16. bis 18. Jahrhundert.

Die Geschichte der Befestigungskunst, wie sie als Bestandtheil des Lehrgebietes „Fortifikation“ in Vorträgen und Schriftwerken zur Darstellung kommt, beschäftigt sich nur mit den Formen jener Massiv-, Holz- Eisen- und Erdbauten, aus denen Schanzen und Festungen bestehen, weist ihre historische Entwickelung im Zusammenhange mit und in Abhängigkeit von derjenigen der Waffen, insbesondere der Fernwaffen und des Waffengebrauchs nach, und führt zuletzt zu den jetzt gültigen Formen, zur modernen Befestigungsmanier.

Die „Fortifikation“ lehrt nur, was gebaut wird; die „Ingenieur-Technik“ fügt die Unterweisung hinzu, wie gebaut wird. Gleich jener hat auch diese ihre historische Entwickelung; der Geschichte der Befestigungskunst entspricht eine Geschichte der Bautechnik.

Diese pflegen unsere Vorträge und Handbücher aber unberücksichtigt zu lassen. Es fehlt dazu an Zeit, und es ist auch für den vorliegenden Lehrzweck durchaus nicht wesentlich, zu wissen, wie die alten Kriegsbaumeister und Ingenieure ihren Kalk eingerührt, ihre Pfähle geschlagen und ihre Erdböschungen befestigt haben. Wir machen es jedenfalls in keiner Beziehung schlechter als sie, und in vielen Stücken besser, profitabler, schneller und billiger; Physik und Chemie, Statik und Mechanik in Theorie und Praxis sind in einem Grade entwickelt, daß wir handwerklich von unseren Ingenieur-Ahnen nichts mehr zu lernen haben.

Wenn aber auch nicht vorbildlich-mustergültig-lehrreich — **interessant** ist es immerhin, sich danach umzusehen, wie Jene sich halfen und behalfen; ein Ergebniß solcher Umschau ist die nachfolgende Studie über die fortifikatorische Baupraxis vom 16. bis 18. Jahrhundert.

Die älteste Quelle für fortifikationsbauliche Technik ist:

Daniel Speckle's Architectura von Vestungen, wie diese zu unseren Zeiten ...... erbauet u. s. w. Straßburg 1589.

In neuester Zeit hat das Archiv in zwei Artikeln (Band 84, XIII, pag. 191, und Band 85, XIV, pag. 237) sich mit Speckle beschäftigt und (namentlich durch den zweiten) nachgewiesen, daß der Genannte nicht bloß Befestigungsmanieren-Erfinder, sondern **ein praktisch erfahrener Baumeister** gewesen ist. Daß er gerade in dieser Beziehung lange Zeit als Autorität gegolten, beweist das **späteste** Werk, das zu der vorliegenden Studie zu Rathe gezogen ist:

Georg. Conrad. Martii neu aufgeführter Europaeischer Ingenieur oder Kriegs-Bau-Kunst, wie solche . . . in Europa üblich ist u. s. w. 3. Auflage. Nürnberg, 1719.

Dieses Werk war ein Vademecum, ein Hand- und Taschenbuch für den damaligen Ingenieur, und für seine Zeit und die weiten Taschen seines Rockes auch handlich genug, da es, in Quer-Oktav gedruckt, nur 17,5cm. breit, 10,5cm. hoch und 6cm. dick ist. Es ist nur Kompilation und Zusammenstellung des zur Zeit Gültigen, gerade dadurch aber für unseren historischen Zweck werthvoll.

Martius leitet sein Kapitel „Von dem Bau-Werck an einer Vestung" mit den Worten ein:

„Es ist aber in diesen Dingen nicht viel Neuerung weder gemacht worden noch auch in der That zu machen, sondern es bleibt bei dem Alten und schreibts immer Einer aus dem Andern nach, dahero wir am allerbesten thun werden, wenn wirs auch dabei lassen: wollen dahero aus guten Autoren anführen, was selbige davon geben. In specie was das Mauer-Werk anlanget, vermeine ich meines Orts, noch Keinen gesehen zu haben, der es dem **Specklein** darin bevorgethan, sondern vielmehr Andre haben es aus Demselben treulich, manchmal auch in nicht gar gutem Verstande nachgeschrieben."

Die meiste Ausbeute lieferte ein drittes Werk:

Harmonia in Fortalitiis construendis, defendendis et oppugnandis. Das ist: Eine einstimmige, gründliche und ausführliche, auch dabei lustige und anmuthige Beschreibung Festungen zu bauen u. s. w. Von Wendelin Schildknecht, weiland fürstlich Pommersch. und noch jetzo der Stadt Alt-Stettin Ingenieur und Zeugmeister, auch Pommersch. geschwornen Ober-Land- und Feldmesser.*) Alten Stettin, 1652.

Der Name dieses Autors wird in der Geschichte der Befestigungskunst (z. B. auch in der von Zastrow) kaum noch genannt. Er war auch durchaus kein Selbsterfinder von Manieren, sondern strikter Anhänger der holländischen Manier. Sein Werk ist, nebenbei bemerkt, für Mathematiker interessant, da eine starke Partie desselben eine Anweisung zur logarithmischen Rechnung enthält. Die naive und anschauliche Art, in der er von seiner Bekanntschaft mit dieser damals neuen Erleichterung des Rechnens spricht (er schreibt sie — wie ja auch jetzt noch geschieht — dem schottischen Lord Joh. Neper, Baron v. Merchiston, Johan Neperns, Baro Scotus Merchistonii, zu), die Beschreibung der von ihm ausgedachten drei Lineale, auf denen Logarithmen, Sinus- und Tangenten-Logarithmen linear aufgetragen sind, wonach Dreiecks-Ausrechnungen sich zu Addition und Subtraktion von mittelst Zirkel abgegriffener Längen gestalten — diese ganze Darstellung ist ein wahres kleines Kulturbild.

Die Lektüre des Werkes ist überhaupt durch die originelle Persönlichkeit des Autors und seine Schreibweise literar- und kulturhistorisch unterhaltend und lehrreich. Es giebt schwerlich ein zweites wissenschaftliches Werk, das in gleichem Style geschrieben wäre. „Lustig und anmuthig“ nennt Schildknecht selbst auf dem Titel seine „Beschreibung“. „Lustig“ ist sie ohne Zweifel, über „anmuthig“ denken wir Heutigen freilich etwas anders, als die Leute, die eben den dreißigjährigen Krieg hinter sich hatten!

In Leonhard Christoph Sturm's in dialogischer Form geschriebenen „Gründlichen Anleitung zur Kriegsbaukunst“ — Nürnberg 1719, sagt der erklärende Ingenieur: „ . . . Sonst ist von diesem Mann bekannt, daß wegen seines ganz sonderbaren lustigen

*) Ueber das Land- und Feldmesserwesen als Attribut des Ingenieurs, vergl. Bonin's Geschichte des Ingenieurcorps ꝛc., Th. 1, pag. 9.

und possenvollen Stil er nothwendig müsse Pickelhäring sein, wenn die Ingenieurs aufs Theatrum gebracht würden." Monseigneur, der Zuhörende, erwidert: „Ich kenne den Auctorem und habe über seine Redensarten oft lachen müssen. Es kommt Alles so alt-bürgerlich heraus, und scheinet, er müsse auf den Bierbänken so gar unbekannt nicht gewesen sein."

Sacurtio Dinenlew, schweizerischer Ingenieur und General-Quartiermeister, sagt in einem dem Werke vorgedruckten Lobgedicht:

Soldatenherzen, Lieb' und Gunst
Und Alles was liebt Ehr' und Kunst —
Wo's nicht ein traurig Herz antrifft —
Zeuchst Du an Dich mit dieser Schrift.
Mein redlich Wendelin Schildknecht,
Du schreibst vor uns Soldaten recht.

Der Autor selbst giebt zu bedenken: „ . . . daß ich dies nicht vor Kloster-Nonnen, sondern vor kunstliebende Soldaten geschrieben habe, und weil ich fast von Jugend auf, als von Anno 1610 her, der Zeit ich nur 18 Jahr alt war, ein Soldat, Ingenieur und Krieges-Bedienter gewesen, daß ich nach Soldaten-Weise, Art und Gebrauch auch singe und schreibe, wie man es in solchen Rumor-Schulen zu Felde (aus welchen Studenten gar wenig Apostel zu wählen sind, welche alle ihre Sprüche aus der Bibel herzählen) zu lernen pfleget."

An anderer Stelle sagt er:

„Ich schreibe für Sangvineis und nicht für Melancholicis, viel weniger vor Zoilis."

Wir fügen nur noch hinzu, daß wir in seinem Werke neben guten humoristischen Wendungen auch auf manche fade und — nach heutigem Begriffe — unfläthige Späße stoßen, daß Schildknecht aber bei alledem den Eindruck eines braven, wohlwollenden und in aller Einfalt frommen Mannes und — was für unsern Zweck das Wichtigste — eines praktisch erfahrenen Baumeisters macht.

Dem Nachweise der Quellen, aus denen unsere bautechnischen Nachrichten geschöpft sind, lassen wir diese selbst folgen.

Sie betreffen nachstehende drei Kategorien von Arbeiten:

1) Die Befestigung schlechten Baugrundes, um ihn für Massivbau und Wallschüttung tragfähig zu machen, und

die Fundirungen im offenen — stehenden und fließenden — Wasser.

2) Den Erdbau, insbesondere die Bekleidung der Böschungen.

3) Brücken, Thore und Verschlüsse.

Schon Speckle hält viel von Wassergräben; daß sie nachmals unter der Herrschaft der niederländischen Manier als meist einziges Moment der Sturmfreiheit unentbehrlich erschienen, ist allbekannt. Für Speckle, der nur das Breschelegen durch den Mineur („Untergraben und Sprengen") kannte, sind aus diesem Grunde „in Festungen, bevorab um die Bollwerk oder Pasteien die tiefen Gräben und Fundamenten die besten, welche in eitel Brunnenwasser stehen." Es genügt ihm nicht jenes Grundwasser, das nur die Fortsetzung eines offenen Flußlaufes innerhalb der porösen Bodenschicht bildet, in welche das Flußbett eingeschnitten ist. Dieses eigentliche Grundwasser, Thal- oder Fluß-Grundwasser, Grundwasser im engeren Sinne, steigt und fällt mit dem natürlichen Steigen und Fallen des offenen Flusses, und der Wasserstand in einem so gefüllten Graben ist der Disposition des Vertheidigers entzogen. Speckle verlangt vielmehr, das Gebiet des Quellwassers, des unterirdischen Stromes, des Grundwassers im weiteren Sinne, aufzusuchen, das, aus den eingesickerten atmosphärischen Niederschlägen gebildet, zwar auch nicht ohne Schwankungen, aber doch von größerer Beständigkeit ist. Jedenfalls sollen die Gräben tiefer sein als die Flüsse, damit niemals möglich ist, daß sie trocken laufen.

Mit diesen Voraussetzungen schafft er aber nothwendig schwierige Verhältnisse für die Fundirungsarbeiten.

Schildknecht formulirt seine Anforderungen an das Bauterrain in den Worten: „Wenn in einem Platz, worauf man eine Festung anlegen will, gute zähe, zuvoraus schwarze Erde oben und lehmige („leimigte") unten zu finden; und wenn auf 8, 9 und zum höchsten 10 Schuh (2,5 bis 3m.) tief eingegraben wird, sich Wasser erzeiget." . . . Schildknecht will selbstverständlich einen Wassergraben. Aber es soll ein „frischer" sein, der entweder unter sich frische Quellen oder von oben her einen Einfluß hat, „so nicht abzustechen." Ein solcher werde nicht „die Luft vergiften und den Tod unter die Soldaten jagen."

Demnach wird damals — außer bei Bergfestungen — selten

ein Fortificationsbau vorgekommen sein, bei dem man es nicht in einer oder der anderen Form mit dem Wasser zu thun bekommen hätte.

Am liebsten verfuhr man dabei damals wie heut: Die Graben-Excavation wurde zunächst im Zusammenhange bis auf den Grundwasserspiegel niedergebracht, dann wurden einzelne Baugruben von mäßigem Umfange gebildet, diese durch Wasserschöpfarbeit trocken gehalten, um dann — falls die bloßgelegte Sohle unbedingt tragfähig erschien, das Mauerfundament in gewöhnlicher Weise aufzuführen, andernfalls, d. h. bei nicht genügender Tragfähigkeit der bloßgelegten Sohle ein Pfahlwerk zu schlagen.

Speckle, der — wie aus der Fortificationsgeschichte bekannt — sehr solide Revêtements mit überwölbten Strebepfeilern („Dechargen-Revêtement", wie sie später genannt wurden) empfiehlt, will nur für die Escarpenmauer selbst einen Pfahlrost, und die Baugruben (deren Breite sich aus der unteren Mauerdicke und dem nöthigen Arbeitsraum ergiebt) höchstens 60 Schuh (17$^{m.}$) lang. Er setzt dabei voraus, daß die hinteren Theile — Pfeiler und Gewölbe — auf einen „satten Grien" (groben Sand, Grand) zu stehen kommen. Wir würden einen solchen Grund wahrscheinlich auch für die Mauer selbst auskömmlich finden und nur noch zur Sicherung gegen Spülung allenfalls eine Spundwand vorschlagen. Die ganze Mauer auch in solchem Falle auf einen Rost zu setzen, mag nur in alter holzreicher und arbeitsbilliger Zeit nicht als Verschwendung erscheinen.

Die heut üblichen Unterscheidungsbenennungen „liegender" und „stehender Rost" finden sich nicht vor. „Rost" bedeutet immer ein liegendes, aus Balkenholz verschränktes Gitter, auf welchem das Mauerwerk (am liebsten von „Quadern") aufliegt. Bisweilen erscheint ein solches Gitter (dessen Maschen im Lichten bei Speckle nur 1½ Schuh — 47$^{cm.}$ —, Spätere setzen 2 Schuh) allein ausreichend, doch werden, nachdem es verlegt, gewöhnlich noch Pfähle in die Maschen getrieben. Diese tragen also den Rost nicht, sie sind — wie wir es heute bezeichnen — nur Füllpfähle, die durch seitliche Compression den Boden verdichten und dadurch tragfähiger machen.

Diese Construction ist Speckle bei schweren Bauwerken noch nicht solide genug. Er verlangt einen stehenden Rost (ohne diesen Ausdruck dafür zu haben; er sagt nur „die Fundament-Pfähl" oder nennt die Construction „die geschlagenen Fundamenten")

und zwar in einer Ueppigkeit, die sich nur aus dem Ueberfluß an Holz und dem Mangel an Tragfähigkeitsberechnung erklären läßt.

Das liebste Holz ist Speckle „junges grünes Eichenholz", es darf aber auch „altes dürres" sein, oder Erlenholz, nicht über 4 Jahr alt. Spätere statuiren auch Buchenholz. Vom Nadelholz spricht Keiner. Die Pfähle sind bei „hartem oder sattem Boden, der mit Grien liegt" (also im groben Sande oder Kies) 6—7 Schuh (1,90—2,20$^{m.}$), bei „lucken" (lockerem) Boden 10 oder 12 Schuh (3—3,80$^{m.}$) lang, und 10 oder 12 Zoll (26—31$^{cm.}$) dick. Die Pfähle einer Reihe kommen in Abständen zu stehen, die weniger betragen als die Pfahldicke; die zweite Reihe schachbrettförmig in die Lücken der ersten; die Reihen von einander in nur 3 Zoll (8$^{cm.}$) Abstand; eine dritte Reihe wie die erste; eventuell eine vierte wie die zweite. Sämmtliche Pfahlköpfe werden in eine Ebene gebracht, die nach der Festung zu etwas Hang hat. Speckle kennt den Vortheil, den es hätte, wenn man die Pfähle selbst, statt lothrecht, etwas einwärts geneigt (in der Richtung des größten Drucks) schlagen könnte. Auf die Pfahlreihen kommen Langschwellen („auf die Pfähl gebohrt, mit eichen Zapfen verspundet, mit Klammern geheftet"), die grabenseitig auf jeden 5. oder 6. Reihenpfahl noch einen Haltepfahl vorgeschlagen bekommen. Die Schwellen sind etwa 20 Schuh (6,3$^{m.}$) lang und stoßen auf einer Querpfahlreihe aus besonders starken Pfählen, die — abweichend von der allgemeinen Schachbrettform der Reihenpfähle — Pfahl hinter Pfahl stehen.

Dieses „geschlagne Fundament" reproducirt auch noch Martius. Aus ihm ersehen wir ergänzend, daß auch „Roste" (immer noch Gitter aus geschränkten gleich starken Hölzern) angewendet wurden, bei denen jeder Kreuzungspunkt auf einem Pfahle lag.

Schildknecht erwähnt die Pfahlgründung, detaillirt sie aber nicht so wie Speckle. Dagegen giebt er ein holzsparendes Schema: 16 Pfähle werden — ziemlich nahe an einander — als Umfang eines Quadrats von 5 Pfählen Seite geschlagen; 11 anderweite Pfähle bilden ein zweites, an das erste anschließendes Quadrat, und so weiter fort nach der Länge der Mauer. Der innere Raum wird mit Kies, Steinbrocken, Grus auch Schlacken ausgestampft.

Die Ramme (Speckle nennt sie „Schlagwerk"; Schildknecht „Rähmel") war unsre gemeine Zugramme (nach der kleinen Skizze, die Martius giebt, zu urtheilen). Der Rammklotz oder Bär hieß

„die Saul", war am besten von Metall gegossen und gegen 5 Ctr. schwer. Er hing an 2 Rollen (also auch an 2 Rammtauen), so daß von beiden Seiten je 8 Mann ziehen konnten. Mit solch schwächlichem Geräth ließen sich natürlich nur kurze Pfähle schlagen. Daraus erklären sich Constructionen, wie sie Schildknecht S. 115 Nr. 7 erörtert, wo Verpfählungen so zu sagen schichtweis übereinander angewendet wurden.

Am liebsten sah man es selbstverständlich, wenn die natürliche Bodenbeschaffenheit der Baugrubenwände möglichst wasserdicht war. Man kannte aber auch das Abdämmen und Speckle beschreibt einen Fangdamm (ohne diese Bezeichnung dafür zu haben). Es sollen zwei Pfahlreihen in 3—4 Schuh Abstand, oben gegeneinander geneigt, geschlagen und mit einer angenagelten Brettverkleidung („Tartsche") innerhalb versehen werden. Der Innenraum ist mit Lehm auszuschlagen.

Zur Wasserbewältigung am geeignetsten erachtet Speckle „das Hebwerk mit den Gumppen" d. h. die Pumpe. Das Rohr (der „Teuchel" oder „Kanal") ist entweder ein ausgebohrter Stamm oder von Brettern gefügt; 8 oder 9 Zoll Querschnitt (21, 24$^{cm.}$), die Ventile von Leder mit Eisen beschlagen. Die Ziehstange am oberen Ende mit einer Querstange. Der Fuß der Pumpe soll in einem Korbe stehen (um Unreinigkeiten zurückzuhalten); Hubhöhe 10 bis 12 Schuh.

Dieses Kapitel behandelt Schildknecht mit viel größerer Ausführlichkeit.

Bei den Pumpen (er schreibt „Pompen") unterscheidet er Zug- und Druckwerk. Ersteres sind die gewöhnlichen einstiefligen, wo der Kolben ein Ventil hat, beim Niedergange in das Wasser taucht, dasselbe beim Hochgehen (als „Eimerlein") mitnimmt, das Pumpenrohr also zugleich Steigrohr ist. Druckwerk hat zwei unter sich verbundene Rohre — das kleinere Pumpenstiefel, das längere Steigrohr. Der hochgehende Kolben saugt an, der niedergehende drückt das angesaugte Wasser in das Steigrohr. Dieses Princip ist in einigen ganz sinnreichen, durch gute Zeichnungen erläuterten Constructionen angewendet, namentlich auch zu Zwillingspumpen, in denen Auf- und Niedergang des Kolbens alterniren, auch ist durch geschickte Uebersetzungen kontinuirlich drehende Bewegung, wie sie durch Kurbelbetrieb, Tretrad und Tretscheibe, Pferdegöbel, Wind- und Wasserräder gewonnen wird, für die Hin-

und hergehende der Pumpe nutzbar gemacht. Dabei macht sich Schildknecht wiederholt über eine Klasse von Wasserkünstlern lustig, die mit allerlei Räderwerk den Bauherren mehr Geld aus dem Beutel als Wasser aus der Grube pumpten.

Außer dem primitiven allbekannten Gebrauch des Schöpfeimers — sei es direkte Handhabung, sei es an Stricken, Stangen, Schwengeln — beschreibt er unter diesem Namen auch die Eimerkette (Kette ohne Ende über zwei vertikal übereinander befindlichen Rollen; angeheftete Eimer); ferner das Eimerrad, das er „Schöpfrad" nennt. Die heut mit letzterem Namen bezeichnete Wasserhebemaschine, die in Holland so vielfach als stationäres Schöpfwerk in den Poldern arbeitet, kennt (oder nennt er wenigstens) nicht.

Sehr genau wird ferner die Archimedische Schraube beschrieben (ohne Erklärung ihrer Wirkungsweise). Es ist diejenige Form, die man jetzt ummantelte Schnecke, auch „Tonnenmühle" nennt. Der Wellbaum oder die Achse soll aus zähem, harten Holze — am liebsten Birnbaum — 5 m. lang und 15 bis 20 cm dick sein. Die obersten 40 bis 50 cm. werden zur Aufnahme des „Trilles" oder der „Treffwelle" viereckig bearbeitet; der Rest der Länge wird durch spirales Umlegen einer Schnur in sieben oder acht Umgängen zur Aufnahme der den Schraubengang bildenden etwa 40 cm. breiten Brettstücke, „Wasserzungen" vorbereitet; nach dieser Schnur ist die spirale Nuthe der Spindel auszuarbeiten. Der Mantel besteht aus einzelnen Dauben, die mit eisernen Bändern zusammengehalten werden; obere und untere Stirn erhalten Böden, die nur so weit fehlen, daß unten das Wasser ein und das empor gemahlene oben wieder austreten kann. Die Schnecke ruht unter 4/3 Anlage (das pythagoräische Dreieck 3:4:5) in einem aus Balken gezimmerten „Gestühl"; eiserne Zapfen in metallnen Pfannen. In das „Trilles" greift ein horizontales Kammrad, das dann durch einen beliebigen Motor (Mensch, Thier, Wind, Wasser) in Umdrehung zu versetzen ist.

Als ein „artlich arcanum" und, zur Zeit, da er es in seiner Jugend, 1615 zu Frankfurt a. M. durch Octavio de Strada kennen gelernt, „noch gar geheimes Kunststück eines Wasserwerkes" — beschreibt Schildknecht die Anwendung des Hebers im Großen zur Förderung von Wasser über eine Höhe hinweg nach einem tiefer gelegenen Recipienten. Er konnte seiner Zeit selbstverständ-

lich nur hölzerne Röhren verwenden, die luft- und wasserdicht zu machen und zu erhalten schwierig war. Der Apparat, seine Anlage und Inbetriebsetzung, wird so ausführlich und praktisch beschrieben, daß Jeder ihn danach hat müssen herstellen können. „Die Ursach dieses von sich selbst aufsteigenden Wassers", sagt Schildknecht, „soll mancher Bierzapfer und Weinschenk schwer verstehen können, und practiciren sie doch alle Tage mit dem Heber." Nach Johann Baptista de Porta (dem diese Anwendung des allbekannten Apparates zugeschrieben wird) ist der Grund, daß stets das längere oder schwerere Theil des Hebers das kürzere, leichtere — wenn die Luft herausgetrieben — nach sich zieht," „denn die Natur nirgends kein Vacuum leidet." „Wer dies noch nicht glauben kann, der hänge einen Juden bei den Füßen auf und geb' ihm zu saufen, so wird er's bestätigen, daß diese Kunst probatum sei."

Auch die heut noch gekannte Schwungschaufel („Gießschaufel") mittelst Leine am Dreibein hängend, in Form eines flachen Kastens mit halbem Deckel mittelst Stiel von einem Manne flach durch das Wasser gestoßen und die dabei erfaßte Quantität Wasser im Bogen vorwärts schleudernd, erwähnt Schildknecht als ein in Holland gebräuchliches Schöpfwerk.

Den alten Baumeistern war aus der Erfahrung bekannt, daß nur stets vom Wasser umgebenes Holz von unbegrenzter Dauer ist. „Wo es aber Erden hat", sagt Speckle, „und kein Wasser, da fault das Holz bald; derhalben solches Holz muß alles wohlgebrannt und mit Harz und Oel, weil es noch heiß ist, wohl überfahren werden, damit kein Fäule dazu kommen könne." Das Gleiche schreibt Schildknecht vor.

Zur Befestigung des Baugrundes kamen auch Schüttungen aller Art zur Anwendung. Es sind dabei zwei Klassen zu unterscheiden: Steinschüttung und Faschinenpackwerk.

In Bezug auf erstere sagt Speckle: „An etlichen Enden, da es nicht viel Holz hat, da hat es Kreydenstein, die legt und stoßt man zu den Fundamenten. An etlichen Orten Kohlen, Stein und Andres." Schildknecht behandelt den Gegenstand ausführlicher: Die Steine sollen möglichst groß und die Zwischenräume mit kleineren ausgeschlagen sein; darüber groben Wasser- oder Flußsand bis 2 oder 3 Schuh über Tage. Wo große Steine nicht zu haben sind, empfiehlt er als Ersatz, Körbe nach Art der Schanzkörbe, aber mit Boden, die mit allerlei Grus und Abfällen zu

füllen sind. Auch Kasten aus Brettern zusammengeschlagen, alte Schiffskörper ꝛc. können analog verwendet werden. Beachten soll man, daß diese Gegenstände nicht aus dem Wasser hervorragen; die oberste Schicht muß daher unter allen Umständen aus wasserbeständigem Steinmaterial bestehen. Jede derartige Schüttung muß um eine angemessene „Berme" breiter sein als die darauf zu setzende Mauer. Durch ringsum und auch innerhalb der Schüttung eingetriebene Pfähle wird ein besserer Halt gewonnen. Beachtenswerth ist die immer wiederkehrende Vorschrift, zu Schüttungen auch gelöschten und ungelöschten Kalk zu fügen. Wir erkennen darin wohl mit Recht die Idee des Betons. An einer Stelle heißt es (Seite 113): „Wenn man genugsam Lett, so dem Wasser wiedersteht, haben kann, so kann man den anstatt des Kalkes in dem groben Wassersand gebrauchen, denn Kalk bindet im Trocknen und Lett im Nassen." Unter „Lett" glaubt man zunächst unsern Letten, Lehm, Löß verstehen zu müssen, d. h. den mit Kieselsand gemischten Thon. Dieses Material ist ja bekanntlich, in Massen festgestampft, wasserdicht; wir benutzen es im Wasserbau zur Bildung von Dammkernen und plattiren die Böschungen damit. Aber Schildknechts Nachsatz klingt auffällig. Er vergleicht „Lett" und „Kalk"; letzterer „bindet" im Trockenen — er hat also unseren Luftmörtel im Sinne; — jener „bindet" im Nassen. Unsrem Lehm kann man aber doch eigentliches „Binden", im Sinne wie der Mörtel bindet, nicht zuschreiben. Man kommt auf die Vermuthung, „Lett" habe ein anderes Material bedeutet („lehmig" wird ja auch stets durch „leimigt" gegeben); vielleicht Mergel, d. h. die Mischung von Thon und Kalksand. Diese Hypothese würde uns auf das Princip des hydraulischen Mörtels führen und dann jener Nachsatz einen klaren, guten Sinn haben. Wir hätten dann um so vollkommner Das, was wir heut Beton nennen.

Schüttungen der beschriebenen Art sind besonders da anzuwenden, wo man den Baugrund durch Wasserbewältigung trocken legen nicht kann oder nicht will.

Wenn in der eben besprochenen Klasse das Steinmaterial die Hauptsache, d. h. das eigentlich Raumausfüllende war und Holzmaterial nur zur Vermehrung des Haltes und Zusammenhanges hinzugenommen wurde, so ist in der zweiten Klasse, die wir generell und nach modernem Sprachgebrauch mit „Faschinen-

packwerk" bezeichnen — Holz das vorzugsweise Raumausfüllende, und Steinmaterial — Sand, Kies, Kalk — dient theils als Fugenfüllung, theils als Beschwerungsmaterial.

Die „Wälle" (schlechte Orthographie statt „Welle") oder „Fasine" ist bei Schildknecht 8 bis 10 Schuh (2,50 bis 3,14m.) lang, bei 1½ Schuh (47cm.) Durchmesser; alle 2 Schuh mit starken „Wiethen" (Wieden) oder „gepichten Schiffssträngen" fest gebunden. Aus solchen Faschinen werden Sinkstücke („Senkungen") hergestellt. Das fertige Sinkstück ist im Grundbriß ein Quadrat, dessen Seite gleich der Länge der verwendeten Faschine, und sechs (kreuzweis verwechselt liegende) Schichten hoch. Der Bau erfolgt zwischen zwei Kähnen oder Flößen auf dem Wasser schwimmend. Eichene Stangen und darüber gebundene Hurden bilden die Grund- und desgleichen zum Schluß die Deckplatte; beide durch Wieden zusammengehalten pressen die 4 oder 6 Faschinenlagen, die außerdem mit Faschinenpfählen („Pflöcken") aneinander geheftet sind, zwischen sich fest.

Alle Zwischenräume sind mit Beschwerungsmaterial ausgefüllt.

Während des Baues hängt das Sinkstück an in gleichen Abständen mit Knoten versehenen Leinen, die einfach mit einer Schlinge über die vorstehenden Enden der eichenen Stangen (Latten) der Grundplatte geschoben sind. An eben diesen Leinen wird das fertige Sinkstück zu Grund gelassen, wobei die Knoten das gleichmäßige Sinken und die Horizontalität kontroliren. Liegt das Sinkstück auf dem Grunde richtig fest, so werden mittelst Bootshaken die Leinen abgestreift. Dann nimmt man das nächste Sinkstück vor. Je nach der Wassertiefe werden mehrere Lagen übereinander gebracht.

Der niedrigste Wasserstand darf aber nicht überragt werden. Das Ganze wird mit starken beschuhten Pfählen angespickt.

Statt dieser aus kleineren Faschinen zu regelmäßig parallelepipedischer Form zusammengesetzten Sinkstücke wurden auch größere walzenförmige oder cylindrische Strauchkörper — dem Prinzip nach unseren Senkfaschinen gleich — einzeln versenkt.

Schildknecht nennt diese Körper Saulsissen und giebt an, Herzog Albert habe sie bei der spanischen Belagerung von Ostende, 1601 bis 1604, zuerst angewendet. Martius schreibt „Sauleissen" und „Saulcyssen". Dieses außer Gebrauch gekommene Wort ist ohne Zweifel das corrumpirte französische Wort

„saucisson“ oder das italienische „salsiccione“, d. h. „große Wurst“.

Schildknecht beschreibt die Herstellung dieses ungefügen Baukörpers: Vier eiserne Reifen, 8 bis 10 Schuh (2,50 bis 3,14 m.) im Durchmesser haltend, werden als Gerippe des zu formirenden Cylinders, stehend auf dem Bauplatz befestigt. Darauf werden junge Eichen-, Buchen- oder Erlenstämme von 18 bis 24 Schuh (5,65 bis 7,53 m.) Länge — Zopf- und Stammende wechselnd — eingepackt. Die Zwischenräume mit Steinen und ungelöschtem Kalk gefüllt. Die Umfangs-Längsfugen werden mit „gebrannten eichenen Latten“ (also Stangen geringeren Durchmessers) ausgefüllt. Wenn keine Stange mehr sich einschieben läßt, werden noch schlanke Keile zwischen die Reifen und die Bäume in der Mantelfläche des Cylinders eingetrieben und mit durch die Reifen gehenden Nägeln festgehalten. Eine solche „Saulsisse“ muß 40 bis 90 Ctr. gewogen haben! Schildknecht bemerkt: „Solcher Saulsissen sollen drei Mandel Bauern ehe walzen als tragen können! Und wenn sie einmal in den Grund recht zu liegen kommen, so ist mein freundliches Bitten, man wolle sie doch liegen lassen.“

Martius citirt aus Ufano's „Artillerie“, daß diese riesigen Senkfaschinen bis zu 46 Schuh lang und 15 Schuh dick gemacht worden seien. Zu seiner Zeit hießen sie bei 20 Fuß Länge und 8 bis 10 Fuß Dicke „doppelte Saulcyssen;“ danach proportionirt fertigte man auch „einfache“ und „halbe“.

Es ist den Technikern bekannt, daß bei allen Schüttungen ins Wasser dem Zufall viel überlassen bleibt, daß sich leicht Hohlräume bilden, die sich nicht immer bald verrathen oder selbst korrigiren, möglicherweise aber später unangenehme Sackungen zur Folge haben können. Es ist daher sehr wünschenswerth, das Ablagern der einzelnen Schüttungskörper zu kontroliren, am besten — direkt zu überwachen, was nur durch Taucher geschehen kann. Abgesehen von Perlen- und Schwammfischern, die ohne besonderen Apparat, nur zufolge früher Gewöhnung und langer Uebung einige Minuten unter Wasser verweilen können, und abgesehen von dem schwerfälligen Apparate der Taucherglocke sind, wie die Meisten glauben, geeignete Ausrüstungen (Taucheranzüge, Skaphander) erst eine Erfindung unserer Tage. Die Güte, Gebrauchsfähigkeit und Verläßlichkeit derselben ist nun auch in der That wohl erst jetzt in befriedigendem Maße gewonnen; aber das Princip finden wir

schon bei Schildknecht anschaulich dargelegt; seine Darstellung läßt auch nicht zweifeln, daß Taucherarbeit bei Wasserbauten wirklich in Gebrauch gewesen ist. Wir setzen die betreffende Stelle wörtlich her (Seite 109):

„Zu diesem Gebrauch gehört allezeit ein Wassertaucher mit seinen schwäbischen gewichsten Latzhosen und Mönchskappe und mit einer großen Brillen, welcher den Athem von oben herein durch die lederne ungefüllte Wurstdarm fangen muß. Der deutet an einer Schnur mit Anziehen, auf welche Seite man die Senkung wenden, wiederum etwas über sich ziehen oder gar senken lassen soll."

An und in stark bewegtes Wasser (Strom und See) baute man nicht gern; wenn es die Lokalität irgend gestattete, ließ man einen Trennungsdamm zwischen dem Wall mit gewöhnlichem Graben und dem natürlichen Gewässer. Lag aber die Aufgabe vor, einen Strom selbst als Graben zu verwerthen, den Erdwall oder die gemauerte Escarpe also direkt mit demselben in Berührung zu bringen, so kam es — nach Schildknecht — nur darauf an, das Wasser auf der betreffenden Strecke ruhig zu machen, den Stromstrich abzulenken. Es wurde zu diesem Zweck zunächst das gegenüberliegende Ufer in entsprechender Breite abgestochen, oder auch ein besonderer künstlicher Arm gegraben. Beides mußte genügend weit oberstrom der Baustelle beginnen, damit der Stromstrich allmälig und willig die Ausbiegung annehme. Am eigenen Ufer wurde dann landzungenförmig ein Damm quer in den Strom geführt. Dieser Damm bewirkte dann die Abweisung des Stroms vom diesseitigen Ufer, und die zuvor ausgeführte jenseitige Erweiterung machte den Strom willig, sich abweisen zu lassen. Den Damm will Schildknecht aus „eingerahmelten Pfählen und dazwischen eingesenkten großen Steinen, auch die hohlen Spatia mit Lett und Grus ausgefüllt."

Martius hat für diese Anlage den Namen „Krüpp" (Kribbe oder Krippe, Synonym für „Buhne," wie wir jetzt solche Einbauten meistens nennen).

Vor Wall und Mauern, die unmittelbar im Strome stehen, werden mit großer Vorsicht ein, zwei auch noch mehr Reihen von Pfählen angeordnet; auch wohl zwischen den Pfahlreihen noch Steinschüttungen und andere Ausfüllung, um Strom und Eisgang von den tragenden Theilen des Bauwerks abzuhalten.

Die Verwendung des durch die Grabenausschachtung gewonnenen Bodens betreffend, empfiehlt Speckle die Anlage von Ziegeleien an Ort und Stelle, falls man auf geeigneten Lehm kommt. Hat man „gute, zähe, lettige“ Erde zu den Schüttungen, so soll man damit zunächst alle Mauern, gut festgestampft und gerammt, hinterfüllen; außerdem am Wallkörper allen Böschungen zunächst das Gleiche thun. Im Grundwasserbereich wird man auf Sand, Grien und Kies kommen. Der feine wird womöglich zur Mörtelbereitung verwendet; mit dem groben ist es zweckmäßig, den „Lauf“ (gedeckten Weg) und die „Abdachung“ (das Glacis) zu formiren, weil an diesen Stellen der Angreifer sich einzugraben hat, was ihm in dem lockeren Material schwer fallen wird; auch ist dasselbe für ihn unter dem Feuer der Festung gefährlicher, da es von den einschlagenden Kugeln umhergeschleudert wird. Aus demselben Grunde soll der eigentliche Wall nur im Kerne Sand und Kies enthalten dürfen.

Zu Schildknechts Zeiten, unter der Herrschaft der holländischen Bau- und Befestigungsweise, wollte man die in der Leichtersteiglichkeit liegende Schwäche des Erdwalles durch steilgehaltene Böschungen desselben möglichst wenig empfindlich machen. Das noch nicht so massenhafte, so sichere und nicht mit krepirenden Geschossen unterhaltene Artilleriefeuer des Angreifers erklärt und rechtfertigt dieses Streben. Nur bei „böser“ Erde verstand man sich zu ganzer Anlage; bei „mittelmäßiger“ gab man zwei Drittel bis drei Viertel, bei „guter“ halbe Anlage.

Die Lieblings-Steilbekleidung der Zeit war der Kopfrasen. Darum wünscht Schildknecht, in der Nähe des Bauterrains möge Rasen oder Wasen nach Bedarf zu haben sein; auch junge Weiden. Der Rasen soll nicht sandig und nicht „eysermählicht“ (eisenoxydhaltig, wie der Raseneisen enthaltende Boden mancher Wiesen) sein, sondern gute, fette, schwarze Erde enthalten.

Der einzelne Rasenziegel hatte nicht, wie jetzt üblich, die Form einer gleich dicken Platte oder Scheibe, sondern war keilförmig, an dem einen Kopfende möglichst dick, 4, womöglich 5 Zoll (10 resp. 13$^{cm.}$), nach dem andern hin bis zu 1 Zoll (3$^{cm.}$) verjüngt; Kopfbreite 8 Zoll (21$^{cm.}$), Länge 18 Zoll (47$^{cm.}$).

Nachdem eine Schicht Rasen — die grüne Seite unten — verlegt war, wurde die Keilform durch aufgeschütteten, möglichst guten schwarzen Boden, der, angenäßt, stark eingestampft wurde,

aufgefüllt. Diese umständlichere Methode, die ja zu vermeiden war, wenn die Rasen in durchweg gleicher Dicke gestochen worden wären, mag wohl zwei Ursachen gehabt haben: einmal stachen sich die keilförmigen Rasen leichter, was bei ihrer Länge und Schwere schon erheblich sein mochte, zweitens aber bildete man eine starke Verzahnung zwischen dem Wallkörper und der Bekleidungsschale.

An der vorderen Oberkante der hinterfüllten ersten Rasenschicht wurde nunmehr mit scharfem Spaten ein horizontaler Ausstich 3 Zoll (8$^{cm.}$) breit und 1/2 Zoll tief gemacht, und ein entsprechend dünnes und schmales Rasenband — die grüne Seite oben — eingelegt. Fehlte es an dem zu solch dünnem Bande geeigneten guten Kleerasen, so durfte allenfalls auch Besäen dieses Streifens mit Heusamen genügen.

In gleicher Weise wurde die zweite und dritte Schicht aufgebracht. Dann wurden Weidenruthen eingelegt: einjährig, von der Dicke eines Teichrohrstengels, zwei, drei Spannen (also höchstens 30$^{cm.}$) lang, die „Herzsprößlein“ abgeschnitten; die Spitze nach außen, bündig mit der Rasenstirn; die einzelnen Zweige 5 Zoll (13$^{cm.}$) auseinander.

Zur Festlegung dieser Weideneinlage wurde hierauf eine vierte Hauptrasenschicht gleich den drei ersten hergestellt, und sodann das Ganze mit scharfem Spaten böschungsgerecht (wozu die „Harse“ — unsere Dossirwage — diente) abgestochen.

Das beschriebene System wird der Höhe nach so oft wiederholt, als die zu fertigende Böschung es erfordert.

Schildknecht macht nachdrücklich darauf aufmerksam, daß an die Bekleidung erst gegangen werden dürfe, wenn die Wallmasse im Rohen nicht nur ganz angeschüttet ist, sondern sich auch gesetzt hat: nur dann sind Ablösungen der Bekleidungsschale nicht zu befürchten.

Die eingelegten Weidenzweige sollen „auswachsen“, dann ist „der Pelz rauh“.

Ecken (ausspringende Winkel, Böschungsgrate) erhalten eine Versicherung durch Vernagelung. Dazu benutzt man spannenlange, kleinfingerdicke Weidenzweigstücke, das zugespitzte Stammende nach unten, die im Safte sind und im Boden Wurzel schlagen. „Gegen den angehenden Mai muß man im ersten Jahre die

Sommersprossen, so herauswachsen, verstümpfen; dann wächst es nicht weiter heraus, sondern verwurzelt."

Wenn die Wallmasse aus sandigem Boden besteht, ist es um so wichtiger, die Auffüllung der Rasen-„Verlierung" (Verjüngung, Keilform) mit gutem Boden zu machen; man mag nöthigenfalls auch Straßenkoth, Mist dazu nehmen. Auch mögen dann die Einlegeweiden zweijährig und 1 bis 1½ Klafter (1,90 bis 2,80m.) lang genommen werden. — Martius macht darauf aufmerksam, daß die Rasenbekleidung (die zu seiner Zeit noch ebenso practicirt wurde) sehr von den Feldmäusen gefährdet sei, und dadurch oft große Strecken zu Falle kämen.

Wo Rasen fehlt, soll man (nach Schildknecht) eine „Rinde" von „Plackwerk" herstellen. Der Plackboden — am besten von guten Aeckern abzuschälen — muß von Distel-, Nessel- und anderen „groben" Kräuterwurzeln (selbstverständlich auch von Steinen) befreit werden; „weichgrasigte" Wurzeln (Quecken) mögen darin bleiben, die sind nur nützlich.

Die Plackschicht soll möglichst nie unter 1 Schuh (30cm) dick sein. Nachdem die Füllerde — gestampft und angenäßt — bis auf die Dicke der Plackschicht herangezogen, wird letztere gebildet, indem der Arbeiter den Spaten, mit dem er eine Portion Plackboden aufgenommen, in schnellem Schwunge kurz vor der Ablagerungsstelle umdreht und so — ähnlich wie der Maurer mit der Kelle den Mörtel — anwirft, zugleich mit dem Spaten selbst durch kräftigen Schlag den Boden andrückend. Stampfe und Plackschlägel vollenden dann die Dichtung des Bodens. Es werden in dieser Art Sätze von 1 Schuh (30cm.) Höhe gebildet, die dann mit einem Rasenbande wie vorhin beschrieben (Kleerasen, das Grüne nach oben) oder auch durch Queckeneinlage abzuschließen sind. Dann folgt das Abscarpiren der rohen Placage.

Um auch bei geringer Dossirung den geplackten Wall zu halten, soll zunächst 2 Schuh (60cm) über dem Fuß und dann von 3 zu 3 Schichten eine Verankerung durch armsdicke, klafterlange (1,90m.) in 1 S. 5 Z. (0,45m.) Abstand von einander eingelegte Ellern-, Birken- oder Buchenzweige erfolgen. Das „bindet und bewahrt den Wall vor Reißen und Spalten". — Da diese Zweige jedenfalls wohl nicht Wurzeln geschlagen haben werden, so erscheint die Maßregel zwar für den Augenblick erfolgreich, bei permanenten Anlagen für spätere Folgezeit aber nicht unbedenklich.

Bei sehr sandigem und kiesigem Boden und Mangel an Rasen und Plackerde empfiehlt Schildknecht Terrassirung statt Dossirung und Bekleidung der etwa meterhohen Stufen mit Flechtwerk aus Weiden- oder Haselstrauch bei 1½ Schuh (0,45$^{m.}$) Rippen-Abstand.

Zur Besetzung von Bermen empfiehlt Schildknecht Hagedorn, der mit der Wurzel auszugraben und im Frühjahr oder Herbst (Mai bis August einschließlich ist zu meiden) zu pflanzen ist.

In den ersten Zeiten der neueren, d. h. der durch das Pulvergeschütz bedingten Befestigungsweise war der allgemeine Architekten-Trieb, jedes bedeutende Bauwerk auch künstlerisch, schön, monumental zu gestalten, noch sehr mächtig. Die ältesten Bastione der italienischen Schule begünstigten diesen Trieb, der sich insbesondere in mächtigen und reich ornamentirten Thorportalen zu befriedigen Gelegenheit hatte. Zum Thor gehörte eine Brücke, und es erscheint ästhetisch gerechtfertigt, einem monumentalen Thorportale auch eine monumentale Brücke vorzulegen. Das in diesem Sinne einzig mögliche Material war der Stein. Wir finden daher in vielen ältesten Plätzen noch massiv gewölbte Bogenbrücken. Bei dem Neubau der Stadtumwallung von Antwerpen, den Speckle auf seiner frühesten Studienreise 1560 und später nochmals besichtigte, kamen solche gleichfalls zur Ausführung. Speckle tadelt das aber vom fortifikatorischen Standpunkte und spricht sich entschieden für die Holzbrücke aus, deren Vortheile er dahin bezeichnet, daß sie die Bestreichung wenig hindert, da ihre Stützen ein Minimum von Dicke haben, und daß bei ihr das Abwerfen und erforderlichenfalls das Wiederherstellen schnell von statten geht.

In Anerkenntniß dieser Vortheile hat denn auch die Holzbrücke bis in unsere Tage herab, wo sie dem eisernen Oberbau auf Massivpfeilern zu weichen begonnen — in der Fortifikation die Alleinherrschaft gehabt.

Speckle stellt die wohlbegründete Forderung, daß man die Thore nicht von außen solle sehen können. Da der Thorbogen im Lichten mindestens 4,2$^{m.}$ hoch gemacht werden muß, so ist das Escarpenbrückenende nothwendig tiefer als das Contrescarpenende in der Höhe des gedeckten Weges und Speckles Brücke hat demzufolge ein nicht unbeträchtliches Gefälle von außen nach innen.

Wahrscheinlich aus Stabilitätsrücksichten hat dieser Vorschlag nur wenig Nachfolge gefunden. Die späteren Fortifikationsschriftsteller empfehlen Brücken ohne Längsgefälle, aber so tief wie irgend thunlich gelegt.

Die Brückenstützen sind Pfahljoche aller Art, wie sie heut noch vorkommen, eingerammte (die Ortpfähle gegen den Seitenschub etwas geneigt gestellt); auch aufgesetzte (ein aus gerammten und überholmten Pfählen — „Nadeln" — gebildetes Grundjoch, das bis zum Wasserspiegel des Grabens reicht; darüber das „aufgesetzte" Joch); auch schon Schwelljoche auf Mauersockeln. Selbstverständlich war für die Joche damals nur an Eichenholz zu denken. Die Jochweite (Stützenabstand) betrug höchstens 6m. Die Decke bestand aus Balken mit Bohlenbelag und wurde (nach Schildknecht) 14 Schuh (4,4m.) breit gemacht.

Eine sehr detaillirt gezeichnete, und, wie es scheint, eine wirkliche Ausführung wiedergebende Brücke enthält Bernhard Scheither's Novissima praxis militaris oder Vestungs-Bau- und Kriegsschule; Braunschweig 1672. 6. Kapitel S. 110.

Diese Brücke hat (bei 6m. Stützen-Abstand) aufgesetzte Joche aus nur drei lothrechten Säulen und zwei in deren Zwischenweiten stehenden Streben. In Verlängerung der Ort-Jochsäulen stehen die Geländersäulen in gleicher Stärke (30qcm.). Das Geländer*) ist durch zweimalige, in der halben Länge verspreizte, gleich starke Verriegelung gebildet. Die lichte Weite der Brückendecke (Bohlen, getragen von drei Balken innerhalb und je einem Ortbalken außerhalb des Geländers) hat die überraschend geringe lichte Breite von nur 10 Fuß (3,14m.).

Bei Martius findet sich erwähnt, daß man die Fahrbahn wohl auch durch Kiesbeschüttung des Belages und Pflasterung herstelle. Das Verfahren wird aber nicht gelobt, da beim Abbrennen der Brücke das unverbrennliche Material auf die Grabensohle falle und diese verschütte. Bei der geringen Masse dieses Materials erscheint die Gefahr dieses Vorganges wohl nicht groß.

Es war eben etwas Neues und fand deshalb bei den Anhängern des Alten keine Billigung.

---

*) Schildknecht sagt „Lähn"; Scheither schreibt „Gelehnter". Die moderne zur Annahme gekommene Orthographie läßt die Ableitung des Ausdrucks vom „Anlehnen" nicht mehr so deutlich erkennen.

Die Festungsbrücken jener Zeit erhielten allgemein Zugklappen („Fallbrücken"). Die Gräben waren breit, die Brücken also lang und die Besorgniß vor Ueberfällen war groß. Man begnügte sich daher nicht mit einer Zugklappe, sondern machte zwei auch drei Fallbrücken.

Scheither hat uns die Disposition der Berliner Festungsbrücken aufbewahrt. Sie entsprach jenem Gebrauch: Eine Fallbrücke dicht vor dem äußeren Thorportale, dann drei Joche feste Brücke, dann die zweite Fallbrücke; wieder drei Joche feste Brücke und auf dem letzten ein Absperrungsthor; Fortsetzung der festen Brücke, die aber auf Scheither's Zeichnung (der Berliner Brücke) nicht bis zur Contrescarpe reicht, wo aber — seiner andern Zeichnung entsprechend — jedenfalls noch eine dritte Fallbrücke angeordnet gewesen sein dürfte. Für das eben erwähnte Absperrungsthor hat Scheither und hatte vor ihm Schildknecht einen Kunstausdruck, der sich bei Speckle noch nicht und bei Martius nicht mehr findet und gegenwärtig wohl Wenigen bekannt sein wird — „Hammeye"). (Scheither, der es mit der Orthographie von Fremdwörtern nicht genau nimmt schreibt auch „Hommeye", sogar „Hornmeye"). Schildknecht giebt das Wort in seiner Uebersicht der fortifikatorischen Kunstausdrücke, die er deutsch, französisch, lateinisch und holländisch aufführt — in dem Satze:

„XLV. Ein Schuß- oder Fall-Gatter ist wohl bekannt, wird über ein Thor gehangen. Franz. Hammey. Lat. Cataractus. Nied. Schotgidder."

Im Widerspruche zu dieser Erklärung nennt er späterhin im Text die Hammeye ein „drehend" Gatter.

Vielleicht ist der Ausdruck ursprünglich deutsch, wenigstens findet sich dialektisch „Hamme" in der Bedeutung der englischen Worte hedge, fence, also Absperrung, Zaun.

Scheither's Brücke hat eine Hameye die aus einem stark gezimmerten oben geschlossenen Portal besteht, mit einem nach innen aufschlagenden Thore, das in der größeren unteren Hälfte dicht, oben aber aus starken Latten gebildet ist; kurze Stücke Planke, die zu beiden Seiten auf der verlängerten Schwelle über das Geländer vortreten verhindern das Umklettern; die noch jetzt zu solchem Zwecke dienenden abwärts geneigten Federn sind nicht angewendet.

Eine alte und viel angewendete Form der Fallbrücke ist die der **Portalbrücke mit Wippbäumen** (wofür Speckle „Schwenkle" d. i. Schwengel hat). **Scheither** detaillirt die Construction: Die Wippbäume oder Schwengel sind 8,5 m. lang; hinten 2,8 m., vorn 3,6 m. von einander entfernt und in dieser Stellung durch Sackbalken, Riegel und Andreaskreuz am hinteren Ende fixirt. Die Drehungsachse theilt die Länge des Schwengels ungefähr im Verhältnisse von 2 zu 3. Das am hintern Ende durch die Querverbindung entstehende Fachwerk ist mit Steinen 2c. so zu beschweren, daß die Klappe abbalancirt ist. **Speckle** wirft der Schwengelbrücke mit Recht vor, daß die im aufgezogenen Zustande hochstehenden Bäume dem Angreifer die Lage der Brücke und ob dieselbe aufgezogen oder niedergelassen ist — verrathen. Auch ist sie durch feindliches Feuer leicht verletzbar. Andrerseits ist sie freilich der denkbar einfachste, übersichtliche, für Jeden sofort verständliche Zugklappen-Mechanismus und hat sich aus diesem Grunde wohl trotz alledem so lange in Gunst erhalten.

Man baute aber auch die — im Princip jetzt noch gebräuchlichen — Brücken mit Hintergewicht an Schwungruthen in der Ebene der Balkenlage der festen Brücke. Desgleichen Klappen mit Gegengewicht an Ketten, die über Rollen gehn.

Speckle beschreibt und zeichnet auch eine Klappe, die durch Kurbel und Schraube ohne Ende mittelst Zugkette aufgewunden wird. Im Thoranschlage sind starke Druckfedern angebracht, die das heftige Anschlagen der aufgehenden Klappe verhüten und das Niederlegen begünstigend einleiten.

Eine andere Construction Speckle's zeigt, — unter Umkehrung der üblichen Anordnung — die **Drehungsachse** der Klappe an der **festen** Brücke. Ihr Auflager findet die Klappe an der Thorschwelle auf starken Schubriegeln, die durch ein Hebelwerk und Rollenzug vom Thorportal aus oder von noch weiter rückwärts her zurückgezogen werden können. Auch ohne die Riegel hält sich die Klappe durch geeignete Gegengewichte in horizontaler Lage und gestattet scheinbar den Zugang zum Thor. Wer sich aber — dadurch getäuscht — hinauf wagt, bringt sie zum Niederklappen und stürzt in den Graben. Sollten aber die Riegel vorgeschoben gewesen sein, um draußen Befindlichen den Rückweg zu ermöglichen, so hat man hinter dem letzten Rückzügler nur das Thor zu schließen und dann die Angreifer kommen zu lassen. Bedecken sie dann ge-

drängt die Klappe, so werden die Riegel zurückgezogen. Schildknecht nennt das „Einen ins Bad geleiten, dem die Musketierer die Schröpfköpf im Ausschwimmen setzen müssen."

Die Thorpoternen will Speckle nur 15 Schuh (Straßburger; etwa 4,2 m.) hoch und breit, und erklärt die seiner Zeit vorgekommenen Dimensionen bis zu 6 resp. 5,6 m. für Ueberfluß. Schildknecht giebt für die Breite 12 Fuß (rheinländisch; etwa 3,77 m.). Er kennt auch Thore, die nicht gewölbt, sondern nur aus eichnen Pfählen und „Plochbrettern" (Plockbretter, Bohlen) gezimmert sind. Solches Holz soll auf der Erdseite gebrannt und durch eine spannendicke Lage von Ziegelgrus und Kalk gegen die Erdfeuchtigkeit möglichst geschützt sein.

In der Thorpoterne selbst legte man gern noch eine Wolfsgrube mit einer Fallkappe, um die etwa durch das Thor gedrungnen Feinde darin abzufangen. Die Sohle dieser Wolfsgrube („Diamant" würden wir jetzt sagen) will Schildknecht mit „Mord-Egen" (Fußangeln) belegen, um den Fall noch verderblicher zu machen. Der joviale Soldat des 30jährigen Krieges bemerkt dazu:

„Welche bei Nacht darein springen,
Die musiciren und singen,
Indem sie sich selber spießen
Als wenn sich die Katzen bissen."

Um einzelne Boten, Posten, Patrouillen ein- und auslassen zu können, brachte man oft eine kleine Thür in einem der Thorflügel an. Aber Speckle wie Schildknecht erachten es für besser, für den in Rede stehenden Zweck neben dem Thore ganz selbstständig ein besonderes „Postpförtlein" mit eigner Fallbrücke anzulegen. Schildknecht findet sogar auch das bedenklich (cf. Seite 118 Nr. 5). Er zieht vor, „daß man von oben über dem Thor einen Ausgang von einer Leiter herunter führt, wenn man je Post-Boten bei Nachtzeit auszulassen begehrt; denn solche Pförtlein schwächen ein Thor so gut . . ." Er entspricht hier wieder einmal seinem Programm und schreibt nicht „vor Kloster-Nonnen"!

Zu noch größerer Sicherheit des Abschlusses dienten die Fallgatter. Speckle unterscheidet „Schutzgatter" („Schutz" ist bei ihm so viel wie „Schuß"), die im Ganzen fest zusammengearbeitet, in der Größe der zu deckenden Thoröffnung, in Nuthen oder Falzen über das Portal emporgezogen werden, — und „Schoßpfähle", wo einzelne Bäume den Verschluß bilden. Martius

zieht letztere vor. Als Beleg erzählt er von einer Kriegslist, wo ein Heuwagen gerade unter dem Fallgatter die Achse brechen mußte. Wären hier einzelne Schoßpfähle gewesen, so hätten sie, einzeln zu beiden Seiten des Wagens niedergelassen, die Passage doch gesperrt und den Ueberfall vereitelt.

Speckle tadelt die Lage des Fallgatters dicht hinter dem Escarpenthore, weil der für den Aufzug unentbehrliche Ueberbau der Sicht von außen nicht entzogen werden könne. Es solle daher lieber in der Nähe des inneren (Revers-) Verschlusses der Thorpoterne, jedenfalls hinter der Brustwehr und von dieser maskirt, angeordnet werden. Er empfiehlt, das Fallgatter etwa nur 1^{m} hoch von Vertikal- und Querstangen aus Eisen und darüber nur ein Netz von Ketten zu bilden. Dieses wäre dann auf einen Wallbaum zu wickeln und erforderte keinen von außen sichtbaren Ueberbau.

Die Thorpoternen erhielten — wie wir es in unseren alten Plätzen noch heut vorfinden — Scheiteldurchbrechungen, die — oft nach oben sich verengend und vergittert — auf dem Wallgange zu Tage ausgingen. Sie dienten als Luft- und Lichtschächte, eventuell aber auch zur Vertheidigung mit Steinen und allerlei Feuerwerk gegen einen bis in die Poterne gedrungenen, durch den innersten Verschluß — Thor und Fallgatter — aber noch aufgehaltenen Ueberfall.

Zu den Versicherungen der Eingänge gehören endlich noch die „Schläge" (Schlagbäume; Speckle hat auch den Ausdruck „Grendel") Drehbäume, Igel (Drehbäume mit eisernen Spitzen), spanische und friesische Reiter. Ihre Stelle war in allen Glaciseinschnitten, auf Dämmen durch Vorgräben oder sumpfiges Vorterrain.

Bisweilen war mitten auf den Hauptgrabenbrücken hinter einer Fallbrücke ein besonderes Wachhäuschen.

Erst am Ausgange der Periode, mit der wir uns beschäftigt haben, gewann der förmliche Angriff durch Vauban jene Methode, die — wenn auch etwas langsamer, aber doch unausbleiblich — schließlich den Fall des Platzes herbeiführen mußte. Bis dahin dachte jeder Angreifer zunächst immer an Ueberrumpelung und Ueberfall. Und nichts so sehr als das fürchtete dem entsprechend der Vertheidiger eines Platzes. Daraus erklärt sich jene Häufung von Sperrvorrichtungen auf den Hauptzugangslinien, die wir eben kennen gelernt haben.

Ein bezügliches Sprüchlein Schildknechts möge unsere Studie schließen:

Doch Sicherheit
Macht faule Leut',
Die oft bei Nacht
In Noth hat bracht.
Wenn man nichts acht't,
Den Feind verlacht —
Wehrlose Wacht —
Hat viel Leut' um den Hals gebracht!

R. H.

XI.

Eine Wasserleitung.*)

Der Entwurf und die practische Ausführung von Wasserleitungen gehört zu den selteneren Bauten, bei denen der Ingenieur-Offizier seine Thätigkeit zur Geltung bringen kann, daher sind vielleicht die nachstehenden Mittheilungen über eine Wasserleitung mit laufenden Brunnen willkommen, welche nunmehr ausgeführt ist und ihrem Zwecke bereits über 2 Jahre entsprochen hat und — menschlicher Berechnung nach — auch weiterhin in nutzbringender Weise bestehen wird.

Die Theorie von den communicirenden Röhren, welche bei laufenden Brunnen zur Anwendung kommt, ist freilich so einfach, daß sie an dieser Stelle keiner Erörterung mehr bedarf, — die Praxis bringt aber Kämpfe mit sich, und wer jemals mit Bau-Ausführungen zu thun gehabt hat, kennt die Frictionen, welche eingerostete Vorurtheile, lückenhafte Kenntnisse, einseitige Beurtheilung, Mißtrauen in wissenschaftlichen Berechnungen und mangelhaftes Verständniß hervorrufen.

Diese Widerstände sogenannter „practischer Fachmänner" werden durch Nichts gründlicher beseitigt, als durch den Erfolg, namentlich da, wo die Verhältnisse der Anlage nicht allzugünstig entgegenkommen; hierzu ein Scherflein beizutragen, ist der Zweck dieser Mittheilung.

---

*) Der Bericht ist von dem derzeitigen Platz-Ingenieur verfaßt, der das in Rede stehende Werk entworfen und ausgeführt hat.

A. d. R.

Veranlassung.

Zu Anfang des Jahres 1876 war in einer Kaserne unter den daselbst wohnenden Mannschaften der Typhus ausgebrochen, an welchem einige Soldaten auch starben.

In Folge commissarischer Untersuchung zur Ermittelung der Ursachen, welche zum Ausbruch des Typhus beigetragen hätten, wurde als eine Hauptursache dieser epidemisch auftretenden Krankheit „der Mangel an gutem Trinkwasser" bezeichnet. — Ein hierauf bezüglicher Bericht des Königlichen General-Commandos hatte zur Folge, daß das Königliche Allgemeine Kriegs-Departement verfügte, die Fortification dieser Garnison solle darüber berichten, in welcher Weise mit den geringsten Mitteln der erforderliche Bedarf an gutem Wasser geschaffen werden könnte.

Bezugsquelle des Wassers.

Die Kaserne liegt unfern des in ostwestlicher Richtung fließenden Stromes, an dessen rechten Ufer, aber in beträchtlicher Höhe über dem Wasserspiegel.

In nordwestlicher Richtung des Kasernenhofes und in einer Entfernung von rund 1500$^{m.}$ befindet sich ein weites, sehr hügeliges Terrain, dessen Oberfläche aus wandelbarem Dünensand besteht, der auf einzelnen Flächen durch einen lichten Kiesernbestand einigermaßen festgehalten wird. Da die Sandschicht in weitester Umgebung auch in erheblicher Mächtigkeit auftritt, denn es haben mehrere Bohrungen noch bei 18,00$^{m.}$ Tiefe weißen Stubensand zu Tage gefördert, so war in dieser Formation ein natürlicher Filter vorhanden für alle atmosphärischen Niederschläge und für zahlreiche Wiesenbäche, welche, etwas weiter nördlich gelegen, ihr Grundwasser zum Theil nach jener Gegend abgeben. Leider grenzt das unbebaute Land nicht unmittelbar bis an das Sammelbassin heran, es liegen vielmehr in der Umgebung von 500—800$^{m.}$ Ausdehnung Gebäulichkeiten aller Art mit zum Theil wohlbestellten Gärten. In der Pflege der letzteren mögen denn auch die Ursachen liegen, weshalb das Wasser nicht so rein fast wie destillirtes ist, sondern organische Substanzen mit sich führt und daß der Untergrund mit Fäcalstoffen verunreinigt ist.

Dieses weit ausgedehnte Hügelterrain liegt im Mittel 15,30$^{m.}$ über dem Punkte, an welchem das Sammelbassin angelegt wurde:

im flachen Graben einer vorgeschobenen Lünette, wo es sich dicht unter der Oberfläche befindet. Die Baugeschichte dieses Werkes aus den zwanziger Jahren besagte, daß an dieser Stelle die Wassermenge kaum zu bewältigen gewesen sei, obgleich umfangreiche Wasserschöpf-Arbeiten durch alle Nächte hindurch und über Sonn- und Feiertage ohne Unterbrechung ausgeführt worden seien.

Diese Wassermengen treten ca. 50,00 m. südlich des Lünettengrabens und über 4,00 m. tiefer in einer kleinen Quelle am flachen Abhange offen zu Tage.

Merkwürdig genug, daß die Stadt, welche schon seit Langem und mit Recht über Mangel an gutem Trinkwasser klagte und die kostspieligsten Wasserleitungs-Projecte hatte ausarbeiten lassen, diese Quelle ganz unbeachtet ließ. Sie war augenscheinlich außer einem alten Brunnenmeister nur den Stromschiffern bekannt, welche hier ihr Trink- und Kochwasser holten, zu welchem Zwecke sie eine kleine Tonne eingesenkt hatten. Von jenem Brunnenmeister erhielt Verfasser dieses auch die erste Kenntniß von der noch nie versiegten Quelle. Von hier ab sollte, nach dem ersten Project der Fortification auch die Leitung nach dem Kasernenhofe hin erfolgen.

Das Königliche Allgemeine Kriegs-Departement forderte indessen auf Grund des eingereichten Berichtes dazu auf, wenn möglich einen höher gelegenen Punkt aufzusuchen, an welchem das Wasser gewonnen werden könnte, um die Anlage des Pump-Brunnens und die Zuleitung nach dem Kasernenhofe billiger und bequemer zu machen. Dieser Aufforderung entsprechend, begann Verfasser zu suchen, und in aller Kürze war denn auch der Punkt gefunden, welcher nunmehr als geeignet zur Anlage der Brunnenstube (Sammelbassin) erkannt und festgestellt wurde, zumal der Zusammenhang der Quelle mit dem letzteren Punkte leicht nachzuweisen war; die hohe Lage desselben gestattete auch an Stelle des Pump-Brunnens einen laufenden Brunnen herzustellen, wodurch die Kosten erheblich gemindert wurden.

Eine Lebensfrage für die Wasserleitung war die Beschaffenheit des gewonnenen Wassers. Dasselbe mußte doch mindestens so sein, daß es nicht zu einer Quelle von Krankheiten wurde, sondern eher fördernd, wie nachtheilig auf das Wohlbefinden der Kasernen-Bewohner wirkte. Es wurde also sehr bald der Beschluß gefaßt, das Wasser einer chemischen Analyse zu unterwerfen; zu diesem Zwecke wurden zwei Literflaschen mit demselben gefüllt: eine Flasche

direct aus dem kleinen, eingesetzten Fasse (Probe Nr. 1), die andere direct aus dem hervorsprudelnden Quell (Probe Nr. 2).

Die chemische Untersuchung wurde von einem Apotheker ausgeführt, welcher bereits über 10 Brunnen des Garnisonortes analysirt hatte. Die Resultate der Untersuchungen werden gleich dem Wortlaute nach wiedergegeben werden, doch scheint es bemerkenswerth genug, noch zwei Punkte vorauszuschicken.

1) Durch Krankheit des Apothekers an einer sofortigen Untersuchung behindert, mußten die Flaschen erst ca. 10 Tage stehen, ehe sie zur Analyse kamen.

2) Die Probe Nr. 2 — direct aus dem Quell geschöpft, — zeigte sich merkwürdiger Weise in mancher Beziehung weniger rein, wie Probe Nr. 1 aus dem Faß, welches allen Einflüssen der Witterung, des Temperaturwechsels und dem Staube ausgesetzt war, welcher erdige, vegetabilische und sonstige Stoffe dem kleinen offenen Wasserspiegel, — wenn auch nur in Atomen, — zuführte.

Verfasser vermuthet nur, daß vielleicht die unmittelbare Berührung mit der Luft schon einen reinigenden Oxydationsproceß herbeiführt und in der primitiven Fassung des Quells bereits ein Sinken von Stoffen stattfindet, welche während des Laufes noch, mechanisch beigemengt, mit fortgerissen werden?

Die Mittheilungen des Apothekers, welchem der Unterschied zwischen Nr. 1 und 2 ganz unbekannt geblieben war, lauteten:

„Die mir überschickten Wasserproben habe untersucht und beehre mich gehorsamst untenstehend die gefundenen Resultate zu überreichen.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß beide Wasserproben frei waren von organisirten Gebilden pflanzlichen oder thierischen Ursprunges.

Die Wasserproben waren klar, farb- und geruchlos. Sie enthielten kein Ammoniak und keine salpetrige Säure.

Es ergab sich bei der Probe Nr. 1 (aus dem Faß):

1) Fester Verdampfungsrückstand von 100 000 Theilen 49 Theile.

2) Gehalt an organischer Substanz in 100 000 Theilen so viel, daß 2,68 Kaliumpermanganat reducirt wurde.

3) Gehalt an Salpetersäure in 100 000 Theilen, 2,28 Theile.

4) Gehalt an Chlor in 100 000 Theilen 8,42 Theile.



5) Gehalt an Schwefelsäure in 100 000 Theilen, 2,46 Theile.

6) Gehalt an Calciumoxyd, theilweise auch äquivalente Mengen Magnesiumoxyd in 100 000 Theilen 18,67 Theile oder sogen. Gesammthärte 18,67 Grad.

Probe Nr. 2 (aus der Quelle) ergab in 100 000 Theilen:

1) Festen Verdampfungsrückstand 50 Theile.

2) Gehalt an organischer Substanz so viel, daß 2,75 Theile Kaliumpermanganat reducirt wurden.

3) Gehalt an Salpetersäure 2,28 Theile.

4) Gehalt an Chlor 8,42 Theile.

5) Gehalt an Schwefelsäure 2,50 Theile.

6) Gesammthärte 19,35 Grad.

Nach Annahme von Autoritäten darf gutes Trinkwasser in 100 000 Theilen enthalten:

1) Feste, nach dem Verdampfen zurückbleibende Bestandtheile höchstens 50 Theile.

2) Organische Substanz so viel, daß höchstens 1 Theil Kaliumpermanganat reducirt wird.

3) Salpetersäure höchstens 1,5 Theile.

4) Chlor nicht mehr wie 3 Theile.

5) Schwefelsäure nicht mehr wie 10 Theile.

6) Gesammthärte höchstens 20 Grad.

Danach sind die untersuchten Wasserproben allerdings nicht gut zu nennen, da ja der Gehalt an Salpetersäure, Chlor, organischer Substanz wesentlich höher ist, als die angegebenen Grenzzahlen für gutes Trinkwasser.

Immerhin sind die Wasserproben von sehr ähnlichem Gehalt, wie die besseren Brunnenwasser hiesiger Stadt, deren ich bis jetzt 10 Proben untersucht habe, so daß man sagen kann, die untersuchten Wasserproben sind unter Berücksichtigung der am hiesigen Orte bestehenden Wasserverhältnisse „gut" zu nennen."

Th., den 31. März 1876. gez. (E. M.)

Die Resultate der kostspieligen Untersuchungen des Chemikers waren, bis auf das Prädicat in der Schlußzeile, wenig erbaulich. Da aber bei einer gelegentlichen mündlichen Rücksprache constatirt werden konnte, daß dies zur Untersuchung gegebene Wasser nicht nur zu den „besseren" sondern zu den „besten" Wassern der Stadt gehörte, und ein besseres Wasser zunächst überhaupt nicht zu ge-

winnen war, beruhigte sich die Fortification mit den Resultaten und hoffte auf eine Besserung der Qualität, sobald es mittelst der Leitung erst gelungen sein würde, das Element allen äußeren, nachtheiligen Einflüssen zu entziehen. Auch das Königliche Allgemeine Kriegs-Departement beanstandete nicht, die Leitung ausführen zu lassen, obwohl demselben die Analyse zur Kenntniß mit übersandt worden war.

Nachdem das Wasser bereits ca. 5 Monate durch die Rohrleitung nach dem Kasernenhofe geflossen war, fand Verfasser Gelegenheit, dasselbe nochmals — und zwar in Magdeburg — kostenfrei untersuchen zu lassen.

Das Resultat lautete:

„Das mir übersandte Wasser habe ich analysirt und für gut befunden. Das Resultat der Analyse ist zwar kein so genaues, daß man mit den Zahlen derselben vor jeden Fachchemiker hintreten würde, denn zu einer so genauen Analyse fehlen hier die Apparate, aber immerhin geben die Angaben einen sicheren Anhalt, auf dem man fußen kann.

Das Wasser enthält demnach:

- Ammoniak: kaum eine Spur.
- Salpeter und salpetrige Säure: nur Spuren.
- Schwefelsäure: sehr geringe Mengen (entsprechend dem geringen Kalkgehalt).
- Gesammthärte: 6 deutsche Härtegrade = 12mg. Kalk in 100ccm.; hiervon sind temporäre Härte = 3 Härtegrade (angenommen als doppelt kohlensaurer Kalk bezw. Magnesia) und bleibende Härte = 3 Härtegrade (entsprechend dem Gyps).

Zur Zerstörung der organischen Substanz verbrauchte ich 1,59 übermangansaures Kali = entsprechend einem Gehalt von organischen Substanzen = 7,95gr. im Hektoliter. Der Chlorgehalt beträgt 5,4gr. im Hektoliter.

Hiernach ist das Wasser als ein sehr weiches Wasser zu betrachten, das in einigen Punkten die Normalzahlen zwar übersteigt, doch aber im Ganzen als ein gutes und gesundes Genußwasser anzusehen ist. Da das Wasser Leitungswasser ist, so verdankt es seinen nicht ganz unbedeutenden Gehalt an organischer Substanz den Wasserpflanzen &c. von dem oberen Theile des Wasserlaufes, wo derselbe noch nicht in Röhren gefaßt ist. Der geringe Gehalt

18*

an stickstoffhaltigen Verbindungen, wie an Chlor, qualificirt es als ein gutes Genußwasser. Letztere Stoffe entsprechen einer Verunreinigung des Untergrundes an Fäcalien."

Eine chemische Untersuchung durch die Corps-Apotheke hat leider bis zur Stunde noch nicht stattgefunden; hoffentlich liefert dieselbe keine ungünstigeren Resultate, sondern noch bessere, wozu der Umstand berechtigt, daß nunmehr auch das Innere der getheerten Rohre rein sein wird und dem durchlaufenden Wasser keine mechanischen Beimengungen mehr liefert.

Die Zuleitung des Wassers.

Das Wasser des Sammelbassins wurde der Kaserne durch eine rund 460,00$^{m.}$ lange Rohrleitung zugeführt, deren Gefälle die Möglichkeit bot, einen laufenden Röhrbrunnen herzustellen. Dies Gefälle freilich betrug auf die ganze Länge nur 1,35$^{m.}$; dies war im Ganzen recht wenig, und da sich diese Höhenlage des Quellenlaufes zu Gunsten des Gefälles nicht mehr verändern ließ, so war man vor den Fall gestellt, welcher nur mittelmäßig günstige Voraussetzungen bot, denn die Entfernung von 460,00$^{m.}$ ist eine bedeutende für das Gefälle von 1,35$^{m.}$; der Wasserzufluß von 8 Litern pro Sekunde kann ein reichlicher genannt werden. Bei solchen Verhältnissen erfordert die Zuleitung des Wassers, — wenn eine mittlere Geschwindigkeit von 0,90$^{m.}$ vorausgesetzt wird, — meist Röhren von großem Kaliber, Dimensionen, welche mit dem fortzuleitenden Wasserquantum und den Kosten der Herstellung der Leitung in keinem Verhältnisse stehen. Die genehmigten Kosten waren eben auch nur sehr mäßige, denn von den ursprünglich veranschlagten 7100 Mark waren für Vorarbeiten und Bohrungen bereits 2348 Mark verausgabt, und das Königliche Allgemeine Kriegs-Departement hatte die Genehmigung zur Ausführung dieser Anlage nur unter der Voraussetzung ertheilt, daß sie für den ursprünglich veranschlagten Betrag hergestellt werde, welcher die bereits entstandenen Kosten mit zu decken habe. Dieser Forderung konnte gerade noch entsprochen werden, weil die Preise für Eisen im Jahre 1876/77 so bedeutend herunter gegangen waren und noch im Fallen blieben.

Nach diesem Allem war es von größter Wichtigkeit, den lichten Durchmesser der Röhren zu berechnen; hier war es entscheidend, das Richtige zu treffen. Mit Rücksicht auf die Kosten hing hiervon

die Möglichkeit der Ausführung ab — die Röhren durften in dieser Beziehung nicht sehr weit sein; sie durften aber auch nicht sehr eng sein, wenn der Kaserne das nöthige Wasserquantum zugeführt und auch noch Rücksichten auf einen in Aussicht gestellten Anschluß an diese Leitung seitens der Stadt genommen werden sollten. Ein Fehler in den Rechnungen, — und der Nutzen war ein zweifelhafter oder doch zu geringer im Vergleich zu den Kosten und den gespannten Erwartungen, welche unerfüllt zu lassen, förmliche Attentate hervorgerufen haben würde und an die Ehre ging.

Bestimmung des lichten Durchmessers der Röhren und die Wandstärke derselben.

Die Rechnungen zur Bestimmung des lichten Rohrdurchmessers sind, wenn auch nicht schwierig, so doch umständlich und zeitraubend; auch geben die Ermittelungen immer nur annähernde Resultate, wie dieselben aber auch für die Praxis genügen.

Da es sich hier nicht um eine wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes handelt, sondern nur um die gewonnenen praktischen Resultate, so soll die theoretische Grundlage derselben auch nur im Allgemeinen betrachtet werden und ein entwickeltes Beispiel den Anhalt für andere vorkommende Fälle geben.

Die Hauptfaktoren, aus denen die Lichtweite einer Rohrleitung ermittelt werden kann, sind:

das Gefälle,
die Länge der Leitung und
die Wassermenge, welche die Quelle in einer Sekunde liefert.

Das Gefälle ist die senkrechte Entfernung zwischen der Ebene des Wasserspiegels im Sammelbassin und der Mitte des Ausflußrohres im Brunnenstock. Diesen Höhenunterschied bezeichnet man allgemein mit dem Buchstaben H. Derselbe repräsentirt also stets eine Wassersäule, deren Gewicht immer im Stande sein muß, das Wasser aus dem Ausflußrohre herauszudrücken; daher gebraucht man auch den Ausdruck „Druckhöhe" für Gefälle. Gegen diesen Druck machen sich verschiedene hemmende Einflüsse geltend. Dies sind die Reibungswiderstände

1) an der inneren Wand der Rohrleitung; dieser Coëfficient α ist $= 0{,}00001733$

2) beim Eintritt des Wassers aus dem Sammelbassin in die Leitung

$$\beta = 0{,}0003483.$$

Die Größe der Widerstände ist abhängig von der Geschwindigkeit des Wassers und von der Größe der Reibungsflächen; letztere werden bedingt durch die Länge der Leitung und Größe des Durchmessers.

Die Reibungswiderstände nehmen also zu mit der Länge der Leitung und nehmen ab mit der lichten Weite der Röhren.

Das Material der letzteren ist für die Praxis ohne Einfluß.

Die Geschwindigkeit des Wassers (u) ist wieder abhängig von der Wassermenge, dem inneren Rohrdurchmesser und dem Gefälle. Man kann aus diesem reciproken Verhältniß der einzelnen Factoren leicht schließen, daß man bei den Berechnungen dem einen oder anderen Factor, den jedesmaligen Verhältnissen entsprechend, einen bestimmten positiven Werth geben muß, um überhaupt zu einem in absoluten Zahlen ausgedrückten Resultat zu kommen, daß mithin die Theorie auch etwas „grau" ist.

Zu den bereits angegebenen Widerständen, welche eine Verminderung des vorhandenen, natürlichen Druckes, also einen „Gefällverlust" herbeiführen, gehören noch Veränderungen in der Richtung der Leitung und in den Profilen der Rohre.

Letztere Einflüsse sollen im Vorliegenden unberücksichtigt bleiben, da sie bei der ausgeführten Leitung vernachlässigt bleiben konnten und daher für den in Rede stehenden Zweck zu weit führen würden.

Für Wasserleitungen nimmt man gern eine Geschwindigkeit von 3 Fuß oder 0,90 bis 0,95$^{\text{m.}}$ pro Sekunde an, da die Praxis ergeben hat, daß hierbei eine möglichst regelmäßige Bewegung erzielt wird und dieselbe noch rasch genug ist, um kleine, fremdartige Körper noch mit fortzuführen, so daß die Rohre am längsten rein bleiben und nicht so schnell ansetzen.

Diesen Theil der Betrachtungen können wir mit den Formeln schließen, die man übereinstimmend fast in allen einschlägigen Lehrbüchern wieder findet:

$$Q = \tfrac{1}{4} \,.\, D^2 \,.\, \pi \,.\, u.$$

$$u = \frac{Q}{\tfrac{1}{4} \,.\, D^2} \pi$$

$$\tfrac{1}{4}\, D^2 \,.\, \pi = \frac{Q}{u}$$

wobei:

Q die Wassermenge,
u die Wassergeschwindigkeit und
D den lichten Durchmesser der Rohrleitung bezeichnet.

Wenn:

H = Druckhöhe ist und
L = Länge der Rohrleitung,
D = Durchmesser derselben im Lichten,
u = Geschwindigkeit des Wassers in der Leitung,
α = 0,00001733 = Reibungs-Coëfficient in der Röhre

endlich:

β = 0,0003483 - Reibungs-Coëfficient für den Eintritt des Wassers in die Leitung ist,

dann ist nach F. Redtenbacher die Höhe der Wassersäule, deren Gewicht die Ueberwindung des Reibungswiderstandes des Wassers ermöglicht, also:

$$H = \frac{4 . L}{D} (\alpha . u + \beta . u^2) \text{ (I)}$$

Ist z. B.:

$L = 460^{m.}$
$D = 0{,}10^{m.}$
$u = 0{,}35^{m.}$

so ist:

$$\alpha . u + \beta . u^2 = 0{,}0000487$$

diese Werthe in (I) eingesetzt, giebt:

$$H = \frac{4 . 460}{0{,}10} . 0{,}0000487$$
$$= 0{,}896^{m.}$$

Anwendung der vorstehenden Entwickelungen auf die wirklich vorhandenen Verhältnisse.

Wiederholentliche Nivellirungen zwischen dem Quellen-Wasserspiegel und dem Ausflußrohr des im Kasernenhofe aufzustellenden Brunnenständers hatten ein Gefälle (Druckhöhe) von $1{,}40^{m.}$ ergeben. Unter Berücksichtigung der Ungenauigkeit der Instrumente, fehlerhafter Berechnungen, der Möglichkeit des späteren Senkens des Wasserspiegels wurde aber nicht dies volle Maß in Rechnung gezogen, sondern abwechselnd 1,25, 1,20, selbst nur $1{,}00^{m.}$ Druck-

Höhe angenommen, wodurch dem Gefühle der Sicherheit gewiß sein Recht wurde.

Die Länge der Leitung, wiederholentlich controlirt, stand endlich auf 460,00$^{m.}$ fest.

Die Wassermenge war im Monat August 1876, nach fast zweimonatlicher Dürre und bei sehr großer Hitze ermittelt worden und nach wiederholentlichen Messungen zu 8 Liter (0,008$^{cbm.}$) festgestellt.

Acht Liter Wasserzufluß ergiebt in 24 Stunden oder 86 400 Sekunden eine Wassermasse von 691 200 Liter (691,20$^{cbm.}$).

In der Kaserne sollten nur rund 200 Köpfe einquartiert werden. Nahm man 100 Liter Wasser als den Bedarf pro Tag und Kopf an, so mußten diesem Gebäude täglich 20 000 Liter zugeführt werden. Es war also nicht nöthig, das ganze vorhandene Quantum der Kaserne zuzuführen; es konnten die nicht gebrauchten 671 200 Liter entweder vom Sammelbassin abfließen, oder etwa 6700 Menschen noch zu Gute kommen. Der Ueberfluß, welcher der Kaserne noch zugeführt wurde, konnte zur Spülung einer im Hofe befindlichen Latrine benutzt werden, bezw. kam derselbe bei Feuersgefahr zur Geltung.

Die drei Hauptfactoren zur Berechnung des lichten Durchmessers waren also gegeben. Die Länge der Leitung, 460$^{m.}$, mußte unverändert bleiben, dagegen konnte man bezüglich des Wasserquantums innerhalb ziemlich weiter Grenzen wählen: das Maximum betrug 8 Liter, das Minimum 0,23 Liter pro Sekunde.

Das Gefälle war für die ganze Länge ein höchst mäßiges; doch konnte auch hier noch eine Wahl gestattet werden zwischen beschränkteren Grenzen, um zu einem Resultat zu kommen, welches den gewünschten Erfolg herbeiführte und denselben dauernd sicher stellte.

Es handelte sich außer um den Durchmesser nur noch um einen unbekannten Faktor, um u, die Geschwindigkeit des Wassers, welche dasselbe in den Röhren zu erhalten hatte. Diese Ermittelung mußte durch Rechnung erzielt werden, bei welcher abwechselnd positive Werthe für u und D angenommen wurden, wie dieselben voraussichtlich der Wirklichkeit entsprechen würden.

Da diejenigen Gefällverluste, welche durch Richtungsveränderungen und Verengung der Rohre (beim Uebergangsrohr nach dem Brunnenstock, bezw. Ausflußrohr) entstehen, bei dieser Leitung nicht

von Belang waren, auch die geringeren Annahmen bei dem Wasserquantum und dem Gefälle die Widerstände bereits völlig ausglichen, so wurde von deren Berechnung Umgang genommen.

Es wurde zunächst eine Kontrolrechnung darüber ausgeführt, ob eine Druckhöhe von $1{,}00^{m.}$ genügen würde, um den Ausfluß des Wassers zu bewirken.

Also:

$$L = 460^{m.}$$
$$H = 1{,}25^{m.}$$
$$D = 0{,}20^{m.} \text{ (Annahme)}$$
$$u = 0{,}45$$
$$H = \frac{4 \,.\, L}{D} .\, (\alpha \,.\, u + \beta \,.\, u^2)$$
$$= \frac{4 \,.\, 460}{0{,}20} .\, 0{,}0000783.$$

$= 0{,}72^{m.}$; mithin bleibt noch ein Ueberdruck von $1{,}00 - 0{,}72 = 0{,}28^{m.}$.

Bezeichnet Q die Wassermenge, welche durch diesen Röhrenstrang von $0{,}20^{m.}$ Weite fließt, so ergiebt sich:

$$Q = {}^1/_4 \,.\, \pi \,.\, D^2 \,.\, u$$
$$= 0{,}785 \,.\, 0{,}20^2 \,.\, 0{,}45$$
$$= 0{,}0141^{cbm.} \text{ d. h.}$$
$$0{,}0141 - 0{,}008 = 0{,}006^{cbm.}$$

oder 6 Liter mehr, als die Quelle wirklich lieferte.

Hieraus folgt zunächst, daß das Rohr verengt werden muß, um weniger Wasser abzuführen, gleichzeitig aber auch, daß es sich empfiehlt, die Geschwindigkeit des Wassers zu verringern.

Wenn man, nach dieser Kontrolrechnung, dennoch $H = 1{,}00^{m.}$ beibehielt, mußte man D und u kleiner machen; es waren aber auch alle Factoren bekannt, bezw. in positiven Zahlen ausgedrückt, um den Werth von D unmittelbar zu berechnen. Man hat allgemein hierfür in den bezüglichen Lehrbüchern die Formel niedergelegt:

$$D = 0{,}2955 \,.\, \sqrt[5]{\frac{L \,.\, Q^2}{H}}$$

In der Beigabe zum Deutschen Baukalender 1879, Seite 75, ist diese Formel dahin vereinfacht, daß statt des Bruches 0,2955 der Bruch 0,3 gesetzt ist.

Im Uebrigen sind die Formeln für Rohrleitungen daselbst notirt.

Es wurde jetzt also gerechnet:

$$D = 0{,}2955 \ . \sqrt[5]{\frac{460 \ . \ 0{,}005^2}{1{,}20}}$$
$$= 0{,}1169^{m.}$$

Da man den berechneten Durchmesser gern so weit verändert, um ihn den bereits vorhandenen Röhren der Gießereien anzupassen, wodurch die Kosten für Neuanfertigung von Modellen erspart werden, so entschloß man sich im vorliegenden Falle ebenfalls für einen anderen Durchmesser und wählte unter den vorhandenen den kleineren, weil die Rohre erheblich billiger wurden und weil es auch genügte, statt 5 Liter nur 4 Liter per Sekunde abzuführen. Es wurde der Durchmesser von $0{,}101^{m.}$ gewählt und nachstehende Kontrolrechnungen ausgeführt, bei $u = 0{,}35$

$$D = 0{,}101$$
$$H = \frac{4{,}460}{0{,}101} \ . \ 0{,}0000487$$
$$= 0{,}8896^{m.}$$

daher noch ein Ueberdruck von

$$1{,}0000 - 0{,}8896 = 0{,}1104^{m.}$$

vorhanden, oder, wenn man das durch Nivellement gefundene Maß von $1{,}35^{m.}$ nimmt:

$$1{,}35 - 0{,}8896 = \text{rund } 0{,}46^{m.},$$

was jedenfalls sehr reichlich ist; selbst das Mittel zwischen beiden

$$\frac{0{,}11 + 0{,}46}{2} = 0{,}285^{m.}$$

ist noch als ein auskömmliches Maß anzusehen.

Der Geschwindigkeit von $0{,}35^{m.}$ entspricht eine Wassermenge pro Sekunde von:

$$Q = 0{,}785 \ . \ 0{,}101^2 \ . \ 0{,}35 = 0{,}0028^{cbm.}$$

oder 2,8 Liter,

was in 24 Stunden, oder 86 400 Sekunden:

241 920 Liter

giebt, also ca zehnmal so viel, als wirklich nöthig war.

Aus diesen rechnerischen Vergleichen ging hervor, daß bei $L = 460{,}00^{m.}$ die Leitung vollständig leistungsfähig werden mußte,

wenn

$D = 0{,}101$ (4 Zoll)
$u = 0{,}35$ und
$H = 1{,}00$ war;

sie gab aber auch die Sicherheit, daß sie auf die Dauer leistungsfähig bleiben mußte, denn ein zeitweises Versagen des Brunnens konnte erst dann eintreten, wenn die Quelle statt 8 Liter weniger als 2,8 lieferte, und der Spiegel derselben noch ca. 0,30m. sank.

Beide Uebelstände brauchten aber nicht befürchtet zu werden, weil alle hierauf bezüglichen genauen und wiederholentlich geprüften Voruntersuchungen unter selten ungünstigen Verhältnissen stattgefunden hatten: bei mehrwöchentlicher Hitze und Dürre. Trotzdem wurde, um auch unwahrscheinlichen Eventualitäten entgegen treten zu können, das Ausflußrohr mit einem Krahn versehen, um den steten Ausfluß so lange sperren zu können, bis das Wasser im Sammelbassin sich wieder so weit gestaut hatte, daß ein neuer Zufluß stattfinden konnte.

Am Nachmittag des 16. Mai 1877 war die Leitung fertig geworden, und das Wasser trat mit großer Kraft aus dem Rohre heraus, so daß in einer Sekunde 1,25 Liter ausliefen.

Nachdem der Brunnen mehrere Sommermonate hindurch ununterbrochen bei Tag und Nacht gelaufen war, und alle maßgebenden Verhältnisse eine stetige Beschaffenheit erlangt hatten, namentlich das anfänglich beobachtete mäßige Sinken des Quell-Wasserspiegels nach einer Dauer von drei Monaten ganz unverändert blieb, war die Ergiebigkeit des 0,20mm. weiten Ausflußrohres noch 0,66 Liter pro Sekunde d. h. die Kaserne erhält täglich 57 024 Liter Wasser, während ihr Bedarf nur 20 000 Liter ist.

Diese Leitung hat sich bis zur Stunde ungeschwächt in ihrer Leistung erhalten, so daß zu hoffen steht, sie werde auf eine lange Reihe von Jahren noch ihren wohlthätigen Zweck erfüllen.

Zur Herstellung der Leitung wurden gußeiserne Röhren mit Muffen verwandt, deren Verbindung, bezw. Verdichtung mit Hanfstricken und Eisenkitt erfolgte. Diese Rohre sind billiger, wie Flanschenrohre und erlauben kleine Richtungsabweichungen, wie dieselben bei solchen Längen wohl selten zu vermeiden sind, ohne erhebliche Schwierigkeiten. Auch ist die Verbindung der Flanschen sehr kostspielig, indem zwischen dieselben Dichtungsringe von Blei,

Leder oder Gummi gelegt werden müssen, ehe das Zusammenschrauben erfolgen kann.

Dennoch sind Flanschenröhren nicht ganz zu entbehren, sie müssen für solche Stellen beschafft werden, wo Absperrschieber in der Leitung angebracht werden, oder bei vorkommenden Abzweigungen. Auch bieten die Flanschenrohre den Vortheil, daß bei Reparaturen der Leitung nur die Schrauben zu lösen sind, während bei Muffenröhren in der Regel eine Muffe zerschlagen wird, und meist auch das in derselben steckende Rohr. Für die in Rede stehende Wasserleitung wurden denn auch für alle Fälle 10 Flanschenröhre bestellt und verwendet.

Das Wasserleitungsrohr, bezw. die einzelnen Rohre derselben, haben verschiedenen Druck auszustehen: von innen den Wasserdruck, der oft unregelmäßig und stoßweise wirkt, so lange die Arbeiten noch nicht beendet sind; von außen den Erddruck des wieder verfüllten Rohrgrabens. Gegen alle diese Einflüsse muß die Wandstärke so bemessen sein, daß sie denselben Widerstand leisten kann. Die Beilage zum Deutschen Baukalender 1879 Seite 27 giebt Anhalt zur Berechnung der Wandstärken für Wasserleitungen; nach der Tabelle auf Seite 28 genügte für die verwendeten Rohre 9mm. Wandstärke.

Außerdem waren diese Rohre in der Fabrik noch auf 12 Atmosphären geprüft, und übernimmt dieselbe eine Garantie auf 2 Jahre. In der Garnison befand sich für die zu prüfenden Rohre der städtischen Gasleitung ein hydraulischer Apparat, vermittelst dessen eine Prüfung bis zu 10 Atmosphären möglich war; diese Probe wurde mit fast allen Rohren deshalb ausgeführt, weil durch sie etwa vorhandene Haarrisse 2c. unbedingt entdeckt worden wären; doch zeigten alle Rohre eine untadelhafte Beschaffenheit. Zum Schutze der Rohre gegen Rost waren dieselben auch außen und innen getheert geliefert, was nur vorübergehend in der ersten Zeit auf den Geschmack des Wassers wirkt.

Ergänzend sei für das Legen der Muffenrohre und deren Verkittung bemerkt, daß man sehr sorgsam für ein festes, regelmäßiges Auflager sorgen muß; festgestampfter Boden ist das beste; hohl liegende Theile sind stets der Gefahr ausgesetzt, zu brechen.

Diese Sprödigkeit des Gußeisens mahnt auch zu besonderer Vorsicht beim Zufüllen des Rohrgrabens: ein mittelschwerer, faustgroßer Stein, aus Unachtsamkeit auf ein Rohr geworfen, genügt,

demselben einen Riß beizubringen, was dessen Auswechselung zur Folge hat. — Es ging deshalb bei der Rohrverlegung ein Trupp von vier Mann voraus, welcher dieselben erst mit 0,30^m. reinem Boden beschüttete, ehe das Zufüllen mit Spaten vom oberen Rande des 1,25^m. tiefen Grabens aus erfolgte. Dieses Zufüllen geschah erst dann, nachdem die ganze hergestellte Rohrleitung „die Probe bestanden“ hatte, d. h. nachdem das Wasser bereits zwei Tage durch den Rohrstrang gelaufen und während dieser Zeit wiederholentlich in demselben gestaut war.

Das Absperren des Wassers mittelst der Absperrschieber darf nicht allzu plötzlich geschehen, da sonst bei Strecken mit starkem Gefälle ein Springen der Rohre nicht ausgeschlossen ist.

In Betreff des Kittes für Muffenrohre ist man noch sehr verschiedener Meinung. Viele meinen, das einzig Richtige sei die Anwendung von Hanf und Bleiguß, Viele nehmen ausschließlich nur einen Eisenkitt, dessen Hauptbestandtheile Schwefel, Salmiak und Eisenfeilspähne bilden. Der Eisenkitt, welcher bei der städtischen Gasanstalt seit einer Reihe von Jahren angewendet wurde, und sich bewährt hatte, war allerdings so fest geworden, daß er sich wie Eisen feilen ließ, wie dies an ausgewechselten, zerbrochenen Rohren beobachtet wurde.

Zwei sehr gute Eisenkitte werden gewonnen durch folgende Zusammensetzung:

1 Theil Schwefelblumen 2 Theile Salmiak 16 Theile Eisenfeile von Gußeisen	werden zu einem feinen Pulver gerieben.

Von diesem Pulver wird

1 Theil mit
20 Theilen fein gefeiltem Eisen

in einem Mörser zusammengerieben und mit Wasser zu einer breiartigen Masse eingerührt.

Oder:

1^kg. Eisenspähne von der Drehbank, 50^g. Salmiak, 25^g. Wasser	bilden unter Zusatz von Schwefel

zwar einen noch härteren Kitt; derselbe trocknet aber langsamer und muß gleich verwendet werden.

Die Leitung konnte nicht mit einem stetigen Fall vom Sammelbassin bis zum Brunnenstock geführt werden, sondern mußte der eigenthümlichen Verhältnisse wegen erst ein ziemlich starkes Gefälle erhalten und von da in der letzten kurzen Strecke entsprechend wieder ansteigen. Bei dem geringen Wasserdruck in der Leitung lag nun die Gefahr vor, daß an dem tiefst gelegenen Punkte Niederschläge sich ansammeln würden, welche dann zeitweise zu entfernen waren. Um nun häufigere Reinigungen und damit verbundene Unterbrechungen der Wasserzuleitung zu vermeiden, wurde an diesem tiefsten Punkte ein Schlammkasten (Wassertopf) mit Schlauchhahn angebracht. Letzterer hatte den Zweck, eine Ausspülung oder jede andere Art der Reinigung der Röhren vom Kasernenhofe bis zu dieser Stelle, oder vom Sammelbassin bis zu dieser Stelle vorzunehmen und würden dem entsprechend die betreffenden Absperrschieber abwechselnd geschlossen bezw. geöffnet. Das Wasser läuft dann durch den Hahn und einen angeschraubten langen Schlauch auf die Straße aus.

Dieser Schlammkasten steht in einem gemauerten Schacht, der mit Steinplatten gedeckt wurde.

Bei sehr langen Leitungen empfiehlt sich die Anbringung sogenannter Streif- oder Putzkasten in Entfernungen von ca. 150$^{m.}$ Auf einem der Rohre, bald hinter der Muffe, befindet sich eine gleich beim Guß mithergestellte Oeffnung, welche mittelst aufzuschraubenden eisernen Deckels und Dichtungsscheiben von Blei oder ölgetränktem Leder fest abgeschlossen wird. Jeder Deckel enthält eine aus Messing gegossene sogenannte Luftschraube, weil dieselbe in dem Moment, wo das Wasser in die Röhren eingelassen wird, etwas gelöst wird, um die vom Wasser verdrängte Luft herauszulassen.

Tritt nun die Nothwendigkeit ein, den Rohrstrang reinigen zu müssen, so wird das Wasser vorher abgelassen, der Deckel des Streifkastens abgeschraubt und die Reinigung des Rohrstranges mittelst langen spanischen Rohres, — aus mehreren zusammengebundenen Stücken bestehend — vorgenommen, an welchem eine, dem lichten Rohrdurchmesser entsprechende Drahtbürste befestigt ist. Durch Hin- und Herschieben der letzteren werden die Rohrwände von allen ihnen anhaftenden fremden Bestandtheilen gereinigt.

Solche Streifkasten werden in der Regel von einem kleinen, mit Holz oder Steinen ausgesetzten Schacht umgeben und dieser

hohle Raum mit einer Platte überdeckt, auf welche dann der Boden kommt. Damit man aber den Punkt, an welchem sich ein solcher Kasten befindet, jederzeit sofort wieder auffinden kann, ohne lange suchen zu müssen, bezeichnet man die Stelle mit einem größeren, flachen Stein oder mit einem etwas aus dem Boden hervorragenden Stein wie ein Prellstein.

Die Verbindung der Rohrleitung mit dem Brunnenstock erfolgt mittelst eines angeflanschten Uebergangsrohres, welches an dem einen Ende den Durchmesser des Röhrenstranges hat, hier also 0,101 m., am anderen Ende den Durchmesser des Steigerohrs, hier 0,50mm. In Folge dieser Verjüngung oder Reduction des Durchmessers, nennt man diesen Rohrtheil auch „Reductionsrohr",*) und kann dasselbe immer nur ein Flanschenrohr sein.

Das Sammelbassin von 1,60m. Durchmesser im Lichten und 1 Stein starken Wänden ward theils mit offenen, theils festen Stoßfugen in Cement aufgeführt. Dies Bassin ward mittelst eines Schneidekranzes nach Art der Brunnen gesenkt. Da dasselbe einen Wasserstand von 2,00m. Tiefe erhielt, aber 0,30m. über der Sohle des Ausflußrohrs angebracht wurde, so enthält das stets vorräthige Wasserquantum:

$$\left(\frac{1,60}{2}\right)^2 \,.\, 3,14 \,.\, 1,70 = 3,4163 \text{ cbm.}$$

Die Moosfugen gestatten dem Quellwasser in gleichem Maße ein-, wie auszutreten; die Anbringung eines Abflußrohres war deshalb entbehrlich. Zur größeren Festigkeit des Mauerwerkes gegen Schub und Druck, namentlich in dem unteren Theile, erhielt der Schneidekranz fünf 1,00m. hohe, 20mm. starke Eisenstäbe, gegen welche sich die Brunnenwand lehnen konnte.

Die Eindeckung des Reservoirs ist mit Steinplatten ausgeführt, welche auf zwei eisernen Schienen ruhten. Eine dieser Platten wird mit eisernen Ringen versehen, um sie abheben zu können, wodurch eine Einsteigeöffnung geschaffen wird, die für gelegentliche Revisionen, Reinigungen und event. Reparaturen nothwendig ist.

Um das Wasser gegen die Einwirkungen der Sommerwärme

---

*) Man gebraucht auch das englische Wort taper dafür, wenigstens in Berlin. A. d. R.

zu sichern, ist das Ganze noch mit einer 1,00m. starken Erddecke versehen und mit Rasen bekleidet.

Das Ausflußrohr, 0,30 m. über der Sohle des Bassins, ist durch ein davor angebrachtes kupfernes Sieb gegen das Eindringen kleiner Wasserthiere und sonstiger fremder Körper gesichert und erhielt außerdem noch eine Verschlußvorrichtung, um bei Untersuchungen der Rohrleitung das laufende Wasser absperren zu können.

Alle übrigen Details der Leitung erscheinen nur durch locale Verhältnisse geboten und entbehren eines allgemeineren Interesses; deshalb erscheint es am Schluß angemessen, nur noch auf die Literatur aufmerksam zu machen, welche bei derartigen Anlagen sicher nicht ohne Erfolg zu Rathe gezogen werden können und welche gewiß Theorie und praktische Erfahrungen glücklich mit einander verbinden.

Es sind dies die Werke von F. Redtenbacher, F. König, Reuleaux und C. Petermann:

„Anlage und Ausführung von Brunnen und Wasserleitungen."

Letzteres entspricht namentlich den praktischen Bedürfnissen und ist zum Selbststudium bestens zu empfehlen.

XII.

Französische Versuche über die Verbrennung der Schießbaumwolle.

In den Comptes rendues d. J. 1879 Seite 165 der französischen Akademie der Wissenschaften findet sich eine kurze Notiz über „Versuche über die Zersetzung der Schießbaumwolle in geschlossenen Gefäßen von den Herren Sarrau und Vicille", die von größerem artilleristischen Interesse sein dürfte und zunächst in der Uebersetzung mitgetheilt wird.

Die benutzte Schießbaumwolle, aus dem Werke Moulin blanc stammend, ist in pulverähnlicher Form verwendet worden. Das specifische Gewicht ist als 1 anzunehmen. Die chemische Zusammensetzung war

Kohlenstoff	24,0
Stickstoff	12,7
Sauerstoff	55,6
Wasserstoff	2,4
Salziger Rückstand .	2,4
Feuchtigkeit	2,6
	99,7

Die Zündung im geschlossenen Gefäße erfolgte durch einen, mittelst elektrischen Stromes glühend gemachten Draht. Die erlangten Resultate sind folgende:

1) Drucke in geschlossenen Gefäßen, die in einer cylindrischen umringten Kammer von 30,3 ccm. Fassungsvermögen mit dem in der französischen Marine eingeführten Crusher-(Quetsch-)Apparat bei verschiedenen Ladungsgrößen Schießbaumwolle gemessen wurden.

Mittlere Dichte der Zersetzungsprodukte	Druck per □ cm. in k.	in Atm. k. 1,03 = 1 Atm.
0,10	1190	1155
0,15	2200	2135
0,20	3090	3000
0,25	4670	4533
0,30	5920	5747
0,35	7730	7504
0,45	9760	9475
0,55	11840	11495

2) Die Verbrennungswärme ist bestimmt worden zu 1045 Calorien pro Kilogramm der trockenen Substanz.

Der bez. Versuch verbrannte 7 gr. Schießbaumwolle in einer calorimetrischen Kammer von 305 ccm. Fassungsraum, bei einer mittleren Dichtheit der Verbrennungsprodukte von 0,023 bei einem Drucke von 250 k. = 242 Atm. Das calorimetrische Bad hat 18° C. Temperatur.

3) Das Volumen der permanenten Gase eines Kilogramms trockener Schießbaumwolle, bei 0° und 0,760 Druck wurde bei drei Versuchen gefunden, zu

Dichtheit der Produkte	Volumen der permanenten Gase
0,01	658,5 l
0,023	669,1 „
0,200	678,7 „

4) Zusammensetzung nach Volumen der gasförmigen Produkte.

Dichtheit der Produkte	Druck in k.	Druck in Atm.	Kohlensäure	Kohlenoxydgas	Wasserstoff	Stickstoff
0,023	250	242	23,72	43,24	17,28	15,76
0,200	3090	3000	28,68	37,61	18,95	14,85
0,300	5910	5747	30,42	36,28	18,76	14,54

Die Zersetzung der Schießbaumwolle ist in einer Stickstoff-Atmosphäre erfolgt, da erkannt worden war, daß bei Gegenwart atmosphärischer Luft, insbesondere bei kleinen verbrannten Mengen, der anwesende Sauerstoff sehr bemerkbaren Einfluß auf die Produkte hatte. Weder Sumpfgas, noch Cyanwasserstoffsäure, noch Salpetersäure sind entstanden.

Bei dem unter dem schwächsten Drucke ausgeführten Versuche ist das Wasser mittelst eines besonderen Kunstgriffs gewogen

worden. Es betrug 15,6% des Gewichtes der verwendeten Schießbaumwolle, d. i. 13% des trocken angenommenen Stoffes.

Durch die Zersetzung der Schießbaumwolle entstehen sonach nur wenige und sehr einfache Produkte. Die unter dem schwächsten Drucke erlangten Resultate lassen sich durch das folgende Reactionsschema wiedergeben:

$C^{24}H^{10}O^{10}(AzO^{6}H)^{5} = 8\,CO^{2} + 16\,CO + 7\,H + 5\,Az + 8\,HO$;

unter den stärkeren Drucken tritt die Bildung eines Theiles der Kohlensäure aus Kohlenoxydgas ein, welche Reaction eine besondere Untersuchung erheischen würde, doch scheinen die Volumina der beiden Gase der Gleichheit*) zuzustreben.

Soweit der Artikel, an welchen nun verschiedene Erörterungen angeknüpft worden sind.

Die verbrannte Schießbaumwolle liefert keine festen Rückstände, sondern nur gasförmige Produkte inkl. Wasserdampf, und bietet daher Gelegenheit, leichter, als wenn feste Rückstände vorhanden wären, mit unseren thermodynamischen und chemischen Erkenntnissen dem Vorgange der Zusammenbrennung nachzuspüren.

In den Angaben der gasförmigen Zersetzungsprodukte der Schießbaumwolle sind Wasserdämpfe nicht mit enthalten, deren Quantität durch Differenzrechnung gefunden werden konnte. Die hiernach aufgestellten Zusammensetzungen der Verbrennungsprodukte nach Gewicht lassen erkennen, daß ebenso wie nach Volumen, mit der Dichtheit, d. i. der Größe der Ladung, die Produkte variiren, und zwar die Kohlensäure zunimmt und das Kohlenoxydgas abnimmt, daß also die absolute Menge der entwickelten Wärme die vollkommenere Oxydation des vorhandenen Kohlenstoffs befördert.

Die beobachteten Calorien, 1045 p. Kilo Schießbaumwolle trocken, müssen, weil eine gewisse Quantität Wärme zur Verdampfung der vorhandenen Feuchtigkeit nöthig war, für die Versuchsresultate einer Reduction unterzogen werden, welche auf $\frac{2,6}{100}$ 637 Cal. = 16,5 Cal. angenähert festgestellt werden kann, so daß mit 1028,5 Calorien p. 1 k. Schießbaumwolle, wie solche der Versuch benutzt hat, zu rechnen war.

Die Verbrennungstemperatur der Schießbaumwolle im Volumen des festen Stoffs ist so hoch, daß die Bildung von Wasserdämpfen überhaupt in Frage kommt und es wahrscheinlich wird, daß der

*) Man hätte diese Grenze mit $12\,CO^{2} + 12\,CO + 11\,H + 5\,Az + 4\,HO$.

vorhandene Wasserdampf in seine Bestandtheile, Sauer- und Wasserstoff, zerlegt werde. Die Verbrennungstemperaturen für die drei beobachteten Dichtheiten 0,023, 0,2, 0,3 werden bei zerlegtem Wasserdampfe zu 4118, 4133, 4273° C. berechnet, während die thermischen Exponenten zu 1,377, 1,367, 1,367 gefunden werden. Die entstehenden Gasvolumina werden bei zerlegtem Wasserdampfe zu 949,1, 932, 906,17, bei gebildetem Wasserdampfe zu 856,3, 848,5, 831,6 l. gefunden, während die direkten Beobachtungen der gasförmigen Produkte ohne Berücksichtigung des Wasserdampfes 669,1, 678,7, 678,7 l. ergaben. Bei unzerlegtem Wasserdampfe errechnen sich die Verbrennungstemperaturen höher, zu 5255°, 5129°, 5207° absolute Temperatur, d. i. 5081, 4955, 4933° C., die thermischen Exponenten zu 1,41, 1,397 bezw. 1,394. Von der Verbrennungstemperatur im eigenen Raume ausgehend, ist nun die Gastemperatur nach der Ausbreitung im Raume der Kammer selbst, also z. B. von 0,023 zu 1 nach der Formel $t = t_0 \left(\frac{v_0}{v}\right)^{k.-1}$ — 274° errechnet worden, mit der Maßgabe, daß bei den Temperaturen, welche merklich unter 2000° angenähert der Zersetzungstemperatur des Wassers liegen, k. = 1,41, bei den übrigen k. = 1,367 eingesetzt wurde.

Für die Versuchsreihe sind danach die folgenden Temperaturreihen gefunden worden:

	0,023	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,45	0,55
Cels.	871	1770	1922	2167	2459	2649	2819	3117	3377
Gasvolumen p. 1 k.	856,3	856,3	932	932	932	906,1	906,1	906,1	906,1

Während der Wirkung auf den Crusher-Apparat drücken die Gase gegen die Wände der Kammer und verlieren durch Leitung an Wärme. Der letztere Verlust ist schwer zu schätzen. Wird die innere Fläche der Kammer zu 0,0045 qm. gesetzt, die Wirkungsdauer auf den Quetsch-Apparat, ähnlich wie in Geschützen, 0,002 Sekunde und supponirt nach Sarrau a. a. O., daß durch 1 qm. Fläche bei 784 Calorien Verbrennungswärme in 1 Sekunde 40 0000 Calorien Wärme verloren gehen, so würden hier in Verlust kommen $\frac{1028,5}{784}$ 400 000 . 0,0045 . 0,002 = 4,7 Calorien p. 1 k. Schießbaumwolle. Dieser nach dem Ladungsverhältnisse zu reduzirende Verlust würde so gering sein, daß von demselben in der Folge abgesehen werden darf.

Die Ausdehnungscoefficienten für die Gasprodukte lassen sich, wenn Wasser in seine Elemente zerlegt angenommen wird, zu 0,00367, bei bestehendem Wasserdampfe zu 0,00378 für 1° C. als Mittelwerthe ansetzen.

Hiermit wären, soweit sich dies eben sicher hat thun lassen, die Elemente für die Druckberechnung festgelegt, welche nach der Formel stattzufinden hat:

$$\text{Druck} = \left\{ (\text{Gasvolumen bei } 0°)\ (1 + \alpha t) \right\}^{k},$$

wo t die Gastemperatur, α der Ausdehnungs-Coefficient, k der thermische Exponent ist. Die ausgeführten Rechnnngen geben für die Drucke je nach der Dichtheit 2- bis 20fach größere Drucke, als thatsächlich beobachtet wurden.

Dieses Resultat drängt zu der Vermuthung, daß ein Theil der gasförmigen Produkte, also hier Wasserdampf und Kohlensäure, nicht in gasförmigem Zustande verbleibe und unter dem gewaltigen Drucke in den flüssigen resp. festen Zustand übergeführt worden ist, mithin an dem Werthe des Gasvolumen bei 0° eine Minderung x eingetreten ist. Die Berechnung der von verdichtetem Wasserdampfe und verdichteter Kohlensäure eingenommenen Volumen x.m, stößt wegen der, für den Coefficienten m bestehenden Unsicherheit auf Schwierigkeiten und ist der Näherungswerth darin gefunden worden, daß z. B. 345,9 l. Gemenge Kohlensäure (158,7 l.) und Wasserdampf (187,2 l.) zusammen 465 gr. wiegen und, wenn flüssige Kohlensäure gleich dem Wasser gesetzt wird, in den Raum von 0,465 l. beim Festwerden übergeht. m ist für 0,0023, 0,2 und 0,3 resp. 0,00134; 0,00143 resp. 0,00148 bei verdichtetem Gemenge von Wasserdampf und Kohlensäure, und wenn allein Wasserdampf verdichtet angenommen wird, 0,000804 gesetzt worden.

Die ausgeführte Rechnung ergiebt nun, daß zur Erfüllung der Gleichung für den Druck:

$$\left(\text{Druck}\right)^{1/k} = \frac{(\text{Gasvolum} - x)\ (1 + \alpha\, t)}{1 - a\ x\ m},$$ worin x das condensirte Gas bedeutet, die Größe x des condensirten Gases eine von 352 l. p. Kilo Schießbaumwolle bis zu 796 l. ansteigende (Dichtheiten 0,0023 bis 0,55) sein mußte, während nur 345,9—364,3 l. Kohlensäure und Wasserdampf überhaupt in den 856,3—932 l. entstandenen Gasen enthalten sind.

Condensirter Wasserdampf allein reicht nicht aus, eine Erklärung

herbeizuführen und die an die Hand gegebene Vermuthung, daß außer Kohlensäure auch Kohlenoxydgas condensirt werde, findet bis jetzt keine experimentelle Bestätigung. Versuche, durch Aenderung der Coefficienten eine größere Stimmigkeit herbeizuführen, haben Erfolge nicht gehabt, und so müssen denn auch die vorstehend ausgeführten Erörterungen, auf Grundlage unserer chemischen und thermodynamischen Kenntnisse die Vorgänge der Verbrennung von Schießbaumwolle im Einzelnen klar und auseinander zu legen, als ohne Erfolg bezeichnet werden. Wir haben einen thermodynamischen Prozeß vor uns, dessen Ausgangs- und Endpunkt bekannt, über dessen Zwischenstationen aber, wie hier im Momente der Druckabsetzung auf den Quetsch-Apparat, zur Zeit wenigstens, keine Erkenntnisse vorhanden sind. Es erscheint daher als angezeigt, die vorstehend bezeichnete Phase der unbekannten thermodynamischen Vorgänge durch aus den Versuchen selbst abzuleitende thermische Exponenten zum Ausdruck zu bringen und werden die k. wie nachstehend erhalten.

Dichtheit:	0,0023	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,45	0,55
Temperatur:	8,71	1770	1922	2167	2459	2649	2819	3117	3377
Ausdehnungs-Coefficient:	0,00378	0,00378	0,00367	0,00367	—	—	—	—	0,00367
k. für die Ausdehnung:	1,41	1,41	1,367	—	—	—	—	—	1,367
Gasvolumen:	856,3	856,3	932	932	932	906,1	906,1	906,1	906,1
$\frac{\text{Gasvolum}}{\text{Dichtheit}}\left(1+\alpha t\right)$	84,4	666,2	1125,4	1668,3	2334,7	2914,0	3595,9	5067,7	6672,2
Beobachtete Drucke in Atm.	242	1155	2135	3000	4533	5747	7504	9475	11495
k.	1,237	1,084	1,091	1,079	1,085	1,085	1,089	1,073	1,061

Die Uebereinstimmung der errechneten k. ist bemerkenswerth und läßt sich im Sinne einer Bestätigung für die schließlich erlangten Auffassungen verwerthen. Die Vorgänge der Zusammenbrennung der Schießbaumwolle sind nunmehr wie nachstehend zu präcisiren.

1) Die Zusammenbrennung der Schießbaumwolle im eigenen Raume giebt gas- und dampfförmige Produkte, deren Zusammensetzung mit der Dichtheit der Ladung in der Kammer sich ändert: mit der Dichtheit der Ladung wächst die entstehende Kohlensäure und das Kohlenoxydgas nimmt ab.

Für diesen Proceß ist der thermische Exponent aus den Gas- resp. Dampfprodukten nach $\frac{C_p}{C_o}$ mit der Voraussetzung zu errechnen, daß bei den Dichtheiten über 0,1 der bei der Abkühlung gefundene

Wasserdampf zerlegt und als Sauer- und Wasserstoff im Gasgemenge vorhanden ist.

2) Nach der Zusammenbrennung erfolgt die Ausdehnung der Gase aus dem Volumen der intakten Schießbaumwolle bis zur Wand des einschließenden Gefäßes nach thermodynamischen Gesetzen für Ausdehnung der Gase ohne Wärmeverlust und ohne innere Arbeit, also ohne Aenderung der chemischen Constitution.

Die Verbrennungstemperatur, die schließliche Temperatur der ausgedehnten Gase, sind hierbei mit den theoretischen thermodynamischen Exponenten zu errechnen.

3) An der Gefäßwand, während der Druckäußerung auf den Quetschapparat, findet Wärmeverlust, wohl auch innere Arbeit bei chemischen Veränderungen statt, welche im Mittel den thermischen Exponenten 1,08 verlangt. Der thermische Exponent, auf welchen Noble und Abel bei Aufstellung einer, die Versuchsresultate mit Schießpulver in geschlossener Kammer darstellenden Formel gelangen, ist ebenfalls 1,08.

4) Es ist nicht nachzuweisen, aber wahrscheinlich, daß Kohlensäure während des Processes nicht in gasförmigem Zustande verbleibt.

Das Ergebniß mannigfacher Rechnungsversuche ist sonach ein recht mäßiges und drängt die Ueberzeugung auf, daß noch viele wissenschaftliche Fortschritte nöthig sein werden, ehe es möglich ist, den Verbrennungsprozeß eines explosiven Stoffes, selbst von der Einfachheit der Schießbaumwolle, in dem Wechsel von Temperatur, Druck, chemische Constitution und Aggregatzustand der Verbrennungsprodukte zu verfolgen.

Es ist mehr als wahrscheinlich, daß je nach der Dichtheit der Ladung sich die vorerwähnten Verhältnisse wechselnd, und zwar vielfach in discontinuirlicher Folge gestalten, daß man sich aber bis auf Weiteres begnügen muß, ebenso wie Noble und Abel, einen mathematisch formulirten Mittelausdruck für das Verbrennungsresultat aus den direkten Versuchsergebnissen abzuleiten.

Hammer,
Oberstlieutenant in Dresden.

XIII.

Niederländische Vorschrift für die Uebungen im Richten und rechtzeitigen Feuern der Küstengeschütze auf sich bewegende Ziele.

Das Niederländische Kriegsministerium hat mittelst Verfügung vom 5. Juli 1879 mitgetheilt, daß auf Befehl desselben und auf Rechnung der Königlichen Militär-Akademie zu Breda bei Broese und Comp. eine Handleiding voor de oefeningen in het richten en het te juister tijd vuurgeven met Kustgeschut op zich bewegende doelen erschienen ist. Da diese Anleitung auch außerhalb Hollands Interesse zu beanspruchen geeignet ist, wird sie in deutscher Uebertragung dem Archiv einverleibt. Sie hat folgenden Inhalt:

Für die Uebungen im Richten und rechtzeitigen Feuern auf sich bewegende Ziele ist links von einer 24cm. Kanone eine Schießvorrichtung befestigt und vor dem Geschütz eine Einrichtung für eine bewegliche Scheibe angebracht.

Die Schießvorrichtung besteht aus einem Gewehrlauf kleinen Kalibers und wird mittelst eines sich nach links öffnenden Riegelschlosses von hinten geladen. Der Gewehrlauf liegt in einem Lager, das an der hinteren Seite in ein Futteral eingeschlossen ist und sich darin gegen eine Spiralfeder stützt, um den Stoß beim Abfeuern zu brechen. Die Vorrichtung wird mittelst zweier eiserner Bänder dergestalt an dem Geschützrohr befestigt, daß die verlängerte Achse des Gewehrlaufs auf ungefähr 15m. vor der Mündung die Visirlinie schneidet.

Die Einrichtung für die bewegliche Scheibe besteht aus:

Der Bahn, gebildet aus einer Eisenbahnschiene, die auf einem auf Pfählen ruhenden Balken befestigt ist. Sie ist auf ± 10m.

vor der Mündung des Gewehrlaufs aufgestellt. In einigem Abstand unter der Schiene sind rechts und links von den Pfählen Reibeplatten für die Reibungsrollen des Scheibenwagen und darunter, an der dem Geschütz abgewendeten Seite wie auch auf den Enden der Bahn die erforderlichen Leitrollen für die Zugtaue angebracht, während sich auf einem der Enden der Bahn an beiden Seiten zwei Riemen mit Schnallen zur Befestigung des Ueberzugs des Scheibenwagen befinden.

Dem Kugelfange, bestehend aus einem eisernen mit unbrauchbaren Rippen und Brettern angefüllten Kasten, der hinter und gegenüber der Mitte der Bahn aufgestellt ist.

Dem Scheibenwagen, bestehend aus einem eisernen Rahmen, der mit 2 Rädern auf der Schiene und mit 2 Reibungsrollen auf den Reibeplatten ruht. Der Wagen hat 2 eiserne Ständer, oben durch ein Quereisen verbunden und an jedem der Enden einen Zughaken. Ein viereckiges Stück Leinwand wird mittelst Spannhaken zwischen den Ständern aufgespannt, wobei dafür Sorge zu tragen ist, daß es regelmäßig und angemessen gedehnt wird.

Den Scheiben. Diese sind von Papier und werden für den Anfang der Uebung oder das Preis-Richten auf die Leinwand geklebt. Es giebt 2 Arten Scheiben. Scheibe Nr. 1 hat 3 verticale und 2 horizontale Linien, die somit 6 Kreuzungs- oder Richtpunkte bilden und ist für die Ungeübten bestimmt. Auf der Scheibe Nr. 2 sind 9 dicht neben einander placirte, von Nr. 1—9 numerirte Scheibenbilder gedruckt, von denen jedes durch eine breite und 18 schmale horizontale und eine breite und 2 schmale verticale Linien in 105 kleine Rechtecke getheilt ist, die Rechtecke, in denen die breiten Linien vertheilt gedacht werden müssen, mitgerechnet. Diese Scheibe ist für die geübten Mannschaften und für das Preis-Richten bestimmt. Der Werth jedes Rechtecks wird durch Multiplication der beiden Ziffern gefunden, die zur Seite und am Fuß der Scheibe stehen und mit dem Rechteck correspondiren; für die Rechtecke, in denen die breiten Linien vertheilt gedacht werden, wird die am Ende dieser Linien stehende Ziffer als Multiplicator gebraucht. Das durch den Kreuzungspunkt dieser beiden Linien — die Rose — gebildete Rechteck erhält den höchsten Werth, da das Product der an den Enden dieser Linien gestellten Ziffern $5 \times 12 = 60$ beträgt.

Der Winde, bestehend aus einer durch einen Rand in zwei Theile getheilten Welle, die mit ihrer Achse in 2 Pfannenlagern

ruht, welche auf 2 Klötzen befestigt sind, die an einem in der Brustwehr placirten Pfahl angebracht sind. Auf jedem der beiden cylindrischen Theile der Welle ist ein Haken für das Zugtau eingelassen. Diese Haken haben eine sich entgegenstehende Richtung. Auf der Achse ist eine Kurbel befestigt. Zu der Winde gehören 2 Zugtaue; sie sind von ungleicher Länge, an dem einen Ende mit einem Spannhaken, mittelst dessen sie an dem Zughaken des Wagens, und an dem anderen Ende mit einem Ring versehen, mittelst dessen sie an den Haken der Welle der Winde befestigt werden, nachdem sie vorher über die Leitrollen der Bahn geführt worden sind.

Ferner sind für die Uebungen noch erforderlich:

Ein Standplatz für den Lader, von Fichtenholz gefertigt mit Geländer, an dessen oberem Theil sich zwei übereinander placirte Kasten befinden. Der obere Kasten, der durch einen Deckel geschlossen wird, ist für die Patronen und der untere für die leeren Hülsen bestimmt.

Die gewöhnlichen Richtmittel: Auffatz und Korn; ein Abzugstau, an einem Ende mit einem Knebel, an dem anderen mit einem Haken versehen, der in den Ring des Ziehers der Schießvorrichtung gehakt wird; ein Erhöhungsstück für den Standplatz des Richtenden und die weiteren Bedürfnisse für das Anweisen und das Zukleben der auf der Scheibe gebildeten Geschoßlöcher.

Die Mannschaften, die eine Uebungsabtheilung bilden, werden numerirt. Gehören sie zur Kategorie der Ungeübten, so wird die Scheibe Nr. 1 auf den Scheibenwagen aufgeklebt.

Die Mannschaften werden bei der Richtmaschine u. s. w. nach dem Exercir-Reglement und bei der Scheibe, der Winde und der Schießvorrichtung eingetheilt.

Nr. 1 begiebt sich auf den Rahmen, befestigt das Abzugstau an den Zieher der Schießvorrichtung und stellt sich auf den Platz des Richtenden, wie es im Exercir-Reglement vorgeschrieben ist, mit dem Knebel in der rechten Hand. Die nicht eingetheilten Mannschaften werden so aufgestellt, daß sie die Treffer auf der Scheibe beobachten können. Der Mann, der die Winde bedient, vorzugsweise ein Corporal, nimmt keinen Theil an den Uebungen.

Vor dem Anfang jeder Uebung — und auch vor dem Preis-Richten — muß dem Manne die Ueberzeugung beigebracht werden, daß alle Fehler, die vorkommen können, ihm und nicht den Ein-

richtungen zuzuschreiben sind.*) Hierzu läßt man jeden Mann, wenn ihn die Reihe zu richten trifft, auf die stillstehende Scheibe, nachdem diese vor die Mitte des Kugelfangs gestellt ist, einen Probeschuß thun. Als Richtpunkt wird dabei der Schnittpunkt von zwei auf der Scheibe angebrachten Linien angewiesen.

Der Mann richtet dabei, nachdem der Aufsatz und das Visir auf die in der Anmerkung erwähnten Zeichen gestellt sind, zuerst durch das Visir und über das kleine Korn nach der verticalen Linie, indem er entweder das Geschütz oder die Scheibe seitwärts bewegen läßt und dann über die obere Fläche des Aufsatzes und der Flügel des Korns nach der horizontalen Linie, indem er die Richtschraube auf- oder niederbewegt. Ist diese Richtung vollendet und nachgesehen, dann feuert er ab und muß das Geschoß den Richtpunkt treffen.

Wird eine Abweichung gefunden, dann corrigirt der Unterweisende den Fehler durch den Aufsatz oder den Visirschieber oder durch Veränderung beider und thut der Mann einen neuen Probeschuß. Diese Correctur wird so bald als möglich auf dem Aufsatz wieder durch neue Zeichen markirt, wobei die alten Zeichen beseitigt werden.

Der Unterweisende läßt nun die Scheibe auf einen Endpunkt der Bahn placiren, eine Patrone in den Lauf einsetzen und die Richtschraube auf- oder niederbewegen, um das Rohr aus der Richtung zu bringen und giebt dann dem Richtenden den Richtpunkt an, wozu er den Schnittpunkt zweier Linien wählt, und läßt die Scheibe nach dem anderen Ende der Bahn in Bewegung setzen. Die Geschwindigkeit der Scheibe muß möglichst dergestalt geregelt werden, daß sie die Bewegung eines Fahrzeugs nachahmt, welches

*) Die Schießvorrichtung ist so angebracht, daß die verlängerte Achse des Gewehrlaufs die Visirlinie auf ungefähr 5m. hinter der Scheibe schneidet. Richtet man daher mit keiner Aufsatzhöhe und keiner Seitenverschiebung, dann wird der Treffpunkt links und unter den Richtpunkt fallen und muß man deshalb den Aufsatz heraus- und das Visir nach rechts schieben. Meist wird es genügen, dies in jeder Garnison nur einmal und zwar bei der Anbringung der Vorrichtung zu thun, indem man mit ein paar sichtbaren Zeichen markirt, wieviel der Aufsatz heraus und das Visir seitwärts geschoben werden muß, damit Treff- und Richtpunkt zusammenfallen.

auf 1000m bei der Batterie mit einer Fahrt von 10 Meilen, also 3m in der Minute, vorbeidampft.

Der Richtende bringt, indem er durch sein Commando: Auf oder Nieder an der Richtschraube wirken läßt, die horizontale Linie, die durch den Richtpunkt geht, in die Ebene, die durch die Oberfläche des Aufsatzes und der Flügel des Visirkorns gelegt werden kann und commandirt: berg je! sobald er sieht, daß die verticale Linie, die durch den Richtpunkt geht, beinahe in die verticale Richtungsebene gekommen ist, die durch den Zeiger des Aufsatzes und die Mitte des Korns gedacht werden kann, richtet sich dann so hoch auf, daß er den Zeiger zum größten Theile mitten zwischen den aufrechtstehenden Flügeln des Korns sieht, hält den Kopf möglichst still und zieht ab, wenn die verticale Linie, die durch den Richtpunkt geht, durch den Zeiger gedeckt ist. Die Scheibe bewegt sich inzwischen weiter, bis der Unterweisende sie halten läßt.

Letzterer macht den Richtenden auf die begangenen Fehler aufmerksam, indem er angiebt, woher sie entstanden, läßt eine Patrone in den Lauf laden, das Rohr aus der Richtung bringen und befiehlt dem Richtenden, von Neuem auf denselben Punkt zu richten, nachdem er die Scheibe wieder — jetzt in entgegengesetzter Richtung — hat in Bewegung setzen lassen.

Der Richtende verfährt darauf wiederum wie oben vorgeschrieben. In dieser Weise läßt der Unterweisende Nr. 1 eine Serie Schüsse thun, deren Anzahl sich nach der Zahl der Mannschaften in Verbindung mit der Dauer der Uebungszeit — einschließlich der zum Bekleben der Geschoßlöcher erforderlichen Zeit — und derartig regelt, daß jeder Mann gleich viel Mal richten kann.

Die Geschoßlöcher werden so weit nöthig zugeklebt. Wenn sie nicht zu weit aus einander liegen, geschieht das Zukleben erst, wenn alle sechs Schnittpunkte auf der Scheibe zum Richtpunkt gedient und daher 6 Mann gerichtet haben; man erhält dann 6 Scheibenbilder, die unter einander verglichen werden können.

Nach Nr. 1 kommt Nr. 2 an die Reihe und wird behandelt, wie für Nr. 1 vorgeschrieben.

Die Mannschaften, deren Schüsse in die Grenzen der Scheibenbilder der Scheibe Nr. 2 fallen, treten in die Kategorie der Geübten über. Die Uebungen dieser Kategorie finden in derselben Weise statt. Meist wird es für den Anfang der Uebungen dieser

Mannschaften genügen, nur einen Probeschuß zu thun, um sie zu überzeugen, daß die Vorrichtung gut eingeschossen ist.

Ueber die Resultate der Schüsse wird ein Register angelegt, in welchem auf der Seite für den einzelnen Richtenden neben jedem Schuß der Werth des getroffenen Vierecks notirt wird. Die außerhalb des Scheibenbildes fallenden Schüsse rechnen als Null und werden unmittelbar beklebt; kommen sie mehrmals vor, so muß der Richtende zur Uebung an der Scheibe Nr. 1 zurückkehren und gehört dann wieder zu der Klasse der Ungeübten.

Ist die Uebungs-Abtheilung nicht stärker als 9 Mann, dann theilt man jedem Mann in der Reihenfolge seiner Nummer ein besonderes Scheibenbild zu und werden die Geschoßlöcher vor Ablauf der Uebung nicht beklebt. Ist die Abtheilung stärker, dann verfährt man ebenso, doch werden die Geschoßlöcher, nachdem 9 Mann gerichtet haben, zugeklebt.

Man bringt hierdurch die Abtheilung in die Lage, die erschossenen Scheibenbilder zu vergleichen.

Die leeren Hülsen und das wiedergefundene Blei werden in der für die Infanterie vorgeschriebenen Weise zurückgeliefert; die dafür erhaltenen Beträge werden zum Ankauf von Preisen für das Preis-Richten verwendet.

Das Preis-Richten geschieht nach der Scheibe Nr. 2; die daran theilnehmenden Mannschaften thun hinter einander je einen Schuß, dessen Resultat notirt wird. Die Anzahl Schuß, die jeder Mann thun soll, wird vor dem Beginn des Richtens bestimmt. Die Preise oder anderen Belohnungen werden denjenigen zugetheilt, die die größte Anzahl Punkte erlangt haben.

XIV.

Literatur.

Handbuch für Unteroffiziere der k. k. Feld-Artillerie, bearbeitet von Gustav Semrad, Hauptmann des Artillerie-Stabes, zugetheilt der 7. Abtheilung des k. k. Reichs-Kriegsministeriums, und Johann Sterbenz, Hauptmann des Artilleriestabes, Präsidial-Adjutant des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités. Mit 237 Abbildungen. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Wien 1880. Im Selbstverlage der Verfasser und in Kommission bei L. W. Seidel und Sohn in Wien. Octav. 605 Seiten.

Die Art und Weise, wie ein Volk sich zum Kriege vorbereitet und vorzubereiten vermag, ist der sicherste Maßstab für seine gesammte Bildung oder Kultur, von der ebensowohl die Vollkommenheit seiner Waffen und übrigen Kriegsmittel, als diejenige körperliche und geistige Thätigkeit abhängig erscheinen, welche zu deren Handhabung und erfolgreichem Gebrauche in kleineren oder größeren Truppenkörpern am meisten befähigen.

Alle Zweige menschlichen Wissens und Könnens haben mittelbar oder unmittelbar hierzu mehr oder weniger mitzuwirken und alle Mitglieder eines Volks, denen das Vaterland lieb ist, sich dessen bewußt zu sein. Für die Vergangenheit folgt dies aus der Geschichte aller Zeiten und für die Gegenwart aus der Ueberlegenheit der Kulturvölker über die noch mehr oder weniger rohen. Welchen Einfluß eine immer höher gestiegene Kultur auf die Vervollkommnung der gegenwärtig die Schlachten entscheidenden Feuer-

waffen geäußert hat, ist der lebenden Generation noch in frischem Andenken.

Für die Stufe der Vollkommenheit, auf welche in neuerer Zeit die Feld-Artillerie Oesterreich-Ungarns mit der für sie eigenthümlichen Verwendung von Stahlbronze zu Geschützröhren, anstatt des Gußstahls, gebracht worden ist, kann auf die entscheidende persönliche und unmittelbare Mitwirkung seines gegenwärtigen Kriegsministers hingewiesen werden, nicht allein eines der höchstgestellten, sondern auch einsichtvollsten Artilleristen der Gegenwart.

Zum Unterricht über die eben gedachte Artillerie und als Anleitung für deren Gebrauch ist das vorliegende Handbuch für Unteroffiziere der k. k. Feld-Artillerie bestimmt. Der große Umfang dessen, was für diese zu wissen als nothwendig erachtet worden ist und für den Offizier noch wesentliche Erweiterungen zu erfahren hat, ist aus demselben zu ersehen. Selbstverständlich ist der Artillerist gleichzeitig Soldat und daher der Inhalt dieses Werks nicht allein auf das artilleristisch Wissenswerthe eingeschränkt geblieben, sondern auch auf alles das ausgedehnt worden, was überhaupt dem Soldaten als solchem zu wissen als nothwendig zu erachten ist. Die in beiden Beziehungen amtlich ergangenen Verordnungen, Bestimmungen und Unterrichtsvorschriften sind deshalb darin höchst zweckmäßig zusammengestellt, so daß man dasselbe als Ersatz einer größern Menge darüber lautender Bücher betrachten darf.

Eine besondere Hinweisung darauf, daß in dieser Weise der Werth der genannten Schrift höchst wesentlich erhöht worden ist, ohne daß dadurch das Verdienst ihrer Bearbeiter auch nur im mindesten beeinträchtigt wird, dürfte kaum erforderlich sein. Gegentheils verdienen die darauf verwendete Umsicht, Sorgfalt und Mühe, besonders aber der dadurch für die Waffe verbreitete Nutzen, eine lebhafte Anerkennung. Auch bleibt vorliegend die Absicht ausgeschlossen, über die in diesem Werke enthaltenen Einzelnheiten rechten zu wollen, weil man es darin, der angegebenen Gründe wegen, der Hauptsache nach mit mustergültigen Vorschriften zu thun erhält. Seine Vervollkommnung wird selbstverständlich nach Maßgabe der hierfür hervortretenden Erfahrungen und fortgesetzt zu erwartenden Aenderungen des Artilleriewesens der hochwichtigen Sache angemessen erfolgen und in kommenden Auflagen gewiß anzutreffen sein.

Die Beschäftigung mit vorliegendem Werke hat Unterzeichnetem ein besonderes Interesse gewährt und glaubt er, daß viele Kameraden dieselbe Erfahrung machen werden und dadurch seine Verbreitung auch in der deutschen Artillerie erfolgen wird, ähnlich, wie dies in früherer Zeit mit den Werken von Smola und anderer österreichischer Artilleristen geschehen ist.

v. Neumann.

XV.

Geschichtliche Entwicklung der Artillerie-Schießkunst in Deutschland.

Von
Alo Dengler,
Lieutenant im königl. bayer. 2. Fußartillerie-Regiment.

(Fortsetzung.)

B. Artillerie-Material.

I. Geschütze.

Die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts war durch den großen niederländischen und den 30jährigen Krieg geeignet, praktische Erfahrungen über die verschiedenen Geschützsysteme an die Hand zu geben. So sehen wir denn auch sofort mehrere Gattungen von Geschützen verschwinden.

Furtenbach*) sagt über die Vielgestaltigkeit des Geschützwesens seiner Zeit: „Man hat vor Jahren so mancherlei Namen dem Geschütz gegeben, und also durcheinander gemengt, daß mich selbert nit so viel Hirns zu haben erkenne, nach jedes Homor (?), Singerin, Nachtigall, Basilisk, Affen u. dgl. zu nennen;" er habe auch so viele übelgeformirte, untaugliche Stücke gesehen, daß es verdrießlich sei, daran zu denken, oder dieselben gar ohne Noth zu beschreiben; er wolle daher von vornherein nur die Formen und Namen angeben, welche von verständigen und erfahrenen Männern zu seiner Zeit zu Wasser und zu Land gebraucht worden. Es

*) Halynitro Pyrobolia. Ulm 1627.

seien drei Geschlechter: Schlangen, Karthaunen oder Kanonen*) — und Kammer- oder Steinstücke.

Konnte sich nun schon ein Zeitgenosse kaum mehr in dem Labyrinthe der vorhandenen Arten, Gattungen und Kaliber zurecht finden, um wie viel schwieriger ist dies nach Jahrhunderten!

Folgende Zusammenstellung**) läßt Namen, Kugelgewicht und Rohrlängen derselben ersehen:

Geschützgattung.	Kugel-Gewicht in ℔.	Rohr-länge in Kalib.	Bemerkg.
Smeriglio	1/2—1	36	Blei
Falchoneto	2—3	36	Eisen
Falcona	4—6	32	„
Sagro	7—10	32	„
Moiana (auf Galeeren)	8—10	26	„
Mezza Columbrina (halbe Schlange)	12—18	32	„
Columbrina (Schlange)	20—35	32	„
Quarto Canone (1/4 Kartaune)	15—16	28	„
Mezzo Canone (1/2 „)	25—30	24	„
Canone (Ganze „)	50—60	18	„
Zwischen den Karthaunen und Schlangen stehen die Bastarden, ein leicht zu regierendes Stück, das geringer Munition bedarf und weit reicht. Es werden zwei Arten aufgeführt, nämlich zu 9 1/2 und 11 Pfd. Kaliber mit 26 1/2 resp. 28 Kaliber Rohrlänge.			
Kammerstücke: 3 Sorten; nämlich			
1. Sorte	10	8 1/2	Stein, Hagel- u. Feuerwerk.
2. „	15		
3. „	20		

Wenn schon manche der älteren Geschützgattungen weggefallen sind, so ist doch die Zahl der Arten noch immer sehr groß, namentlich da auch noch Verstärkungen der Wanddicke berechnet werden.

*) Bemerkenswerth ist, daß das Wort „Kanone", das zum erstenmale in dem spanisch verfaßten Zeugbuche Karl's V. vorkommt, sich hier deutsch wiederfindet.

**) Nach dem Germanischen Museum: „Quellen zur Geschichte der Feuerwaffen".

Diego Uffano*) theilt die Geschütze in gleicher Weise ein, nach ihrer Metallstärke aber noch außerdem in legitimas (echte oder vollgültige), bastarde (schwächere) und extraordinarias (stärkere); er verzeichnet auch die verschiedenen Glieder eines Geschützes und ihre Namen.

Die Nomenclatur der Geschütze richtete sich in den verschiedenen Ländern Deutschlands nicht nach denselben Grundsätzen, wie aus dem Vergleich der obigen mit nachstehender Tabelle ersichtlich ist. In Bayern hatte man nämlich: **)

Geschützgattung.	Gewicht der Kugel in Pfd.	Rohrlänge in Kaliber.
a. Schlangen:		
Ganze Schlange	24	30
Halbe "	12	32
Viertels "	6	34
Schlängl	3	36
Dann eine zweite Art:		
Ganze Schlange	16	32
Halbe "	8	33
Viertels "	4	34
Falkonet	2	35
Halbfalkonet	1	38
b. Karthaunen:		
Ganze Karthaune	48	18
" "	36	19
Halbe "	24	21
" "	18	22
Viertels- "	12	26
Achtels- "	6	27
Feld- oder Regimentsstück	3	30
c. Kammerstück:		
	14	—

Außer diesen zur Vorderladung eingerichteten Geschützen befinden sich im Zeughause zu München auch schon Hinterladungs-

*) Archeley &c. Seite 125.

**) Nach Heilmann's Kriegsgeschichte von Bayern, Schwaben, Franken &c. von 1634—1651. S. 947.

Geschütze aus der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts mit eigenthümlichen Verschluß-Constructionen. Auch das Auftauchen von gezogenen Kanonen in der bayerischen Artillerie bereits in diesem Jahrhundert findet man aus der Regierungszeit des Kurfürsten Max Emanuel (1680—1726) durch geschichtliche Nachweise belegt. Im Zeughause zu München sind noch einige gezogene Rohre aus dieser Zeit vorhanden, darunter ein schmiedeisernes 4,6 cm.-Falkonet mit 8 Zügen, in Nürnberg gefertigt. Daß diese Geschütze auch in den Kriegen jener Zeit ihre active Verwendung gefunden hatten, darüber liefert die Angabe eines Zeitgenossen, des kurbayerischen Oberstuckhauptmanns Koch den Nachweis; aus seinen artilleristischen Manuscripten und Zeichnungen*) entnimmt man die Beschreibung und Darstellung einer von rückwärts zu ladenden gezogenen Kanone mit dem Beifügen: „daß man mit solchen Geschützen aus den Festungen auf die feindlichen Recognoscirenden geschossen und in großen Entfernungen der einzelne Mann getroffen wurde."

Die vorstehend gegen das Ende des 17. Jahrhunderts nachgewiesene Thatsache des damaligen Bestehens gezogener Hinterladungsgeschütze in Bayern findet sich auch von dem Engländer Robins bestätigt, welcher nach seiner gegen Ende des österreichischen Erbfolgekrieges unternommenen Reise durch Flandern und Deutschland, in seiner darüber herausgegebenen Denkschrift: „Von der Beschaffenheit und dem Nutzen der gezogenen Kanonen" anführt, daß diese Geschütze auf dem Continente schon ganz gebräuchlich seien, und namentlich in Deutschland und der Schweiz die Constabler, wenn sie recht weit und sicher schießen wollen, sich dabei gefetteter Leder- oder auch Filzscheiben als Pflaster (Liderung) bedienen, wonach erst dieser strebsame Forscher den Vortheilen des gezogenen Geschützes auch in seinem Vaterlande Eingang zu verschaffen suchte.**)

---

*) „Geschützbeschreibung" von 1679—1726. Königl. Hauptconservatorium der Armee, früher in der königl. Staatsbibliothek cod. germ. S. 903.

**) Nach Schmölzl „die bayerische Artillerie und deren selbstständige Entwickelung", München 1879.

In der brandenburgischen Artillerie kamen folgende Typen vor:**)

Geschützgattung.	Gewicht der Kugel in Pfd.	Rohrlänge in Kaliber.
Eine Kanone aus dem Jahre 1625	48	18
" " " " " 1629	24	"
" " " " " 1646	12	20
" " " " " 1652	40	20
" " " " " 1679	24	26
" Schlange " " " 1669	24	25
Ein Mörser " " " 1678	300	—
" " " " " 1691	200	—

Alle diese Geschütze waren von Bronze; vom Jahre 1680 ab goß man in Preußen 1-, 2-, 3-, 6-, 12-, 18-, 24-, 36-, 48- und 100pfündige broncene Kanonen, demnächst aber auch noch 24-, 16-, 12-, 8-, 4- und selbst 1löthige. Aus alter Zeit waren noch vorhanden 40pfündige, 60pfündige u. a. m. Vom Jahre 1695 ab traten 4-, 6-, 8-, 12- und 18pfündige Kanonen von Gußeisen auf. In Betreff der Länge scheint man bei den gußeisernen Rohren dasselbe System befolgt zu haben, wie bei den bronzenen, indem die kleineren Kaliber die verhältnißmäßig größte Länge hatten. Eigens werden noch erwähnt: kurze Kanonen von 14—16 Kaliber Rohrlänge und Bombenkanonen, welch letztere man zum Schießen von 3pfündigen Kugeln oder bei Anwendung eines in die Mündung eingesetzten Kessels zum Werfen von 12—42 Pfd. wiegender Bomben gebrauchte. Für die brandenburgische Artillerie überhaupt begann unter dem großen Kurfürsten eine höchst wichtige Veränderung, indem sich die Nothwendigkeit ergeben hatte, die Einrichtung des Materials nach gewissen Grundsätzen zu regeln, sie zu einer Staatsangelegenheit zu machen.

In Oesterreich scheinen die seit den Tagen Maximilians I. mit Erfolg gekrönten Bemühungen, die verschiedenen Geschütze auf eine möglichst kleine Zahl von Geschlechtern zurückzuführen, im Anfange dieses Jahrhunderts ihren weiteren Einfluß verloren zu haben, denn

*) Nach Malinovsky und Bonin's Geschichte der preußischen Artillerie II. 7.

man begegnet jetzt einer weit größeren Anzahl von Geschlechtern, als 80 oder 100 Jahre früher.*)

Dilich**), der sein Kriegsbuch zu dieser Zeit auflegte, stempelte eine Menge Namen zu eigenen Sorten und führt deren folgende auf: Scharfe Metze, halbe Scharfmetze, Trommeterin, ganze Doppelkarthaune, halbe Doppelkarthaune, Falkbüchse, Doppelquartierkarthaune, Affe, Karthaune, Nachtigall, Basilisk, Quartierkarthaune, ganze Nothschlange, halbe Nothschlange; ganze und halbe Feldschlange, Falkona, Falkonet, Scharfetintle, Mörser, Narren und Böller.

Bei der Eroberung von Belgrad werden im Platze 2 Kanonen gefunden, deren eine Kugeln von 320, die andere von 440 Pfd. Gewicht schießt. (Nach Kausler.)

Obgleich die größeren und schwereren Geschütze die Mehrzahl ausmachten und wahre Monstregeschütze vorhanden waren, entschied sich doch das Urtheil der Autoritäten für den Vorzug der kleineren und leichteren Geschütze.

Daniel Speckle, ein geachteter Meister im Festungsbau, wie im Artilleriewesen, verwirft in seiner Architectura von Festungen (1599) das grobe Geschütz:

„Große Stücke seien nur hinterlich und ganz langsam zu gebrauchen, auch ungewiß, nehmen dazu viel Kraut und Loth hinweg, verschlagen den Platz, brauchen viel Volks und geben viel Rauch und Dampf. Das grobe Geschütz, so über 30pfündige Kugeln schieße, sei allein dem Feinde zum Beschießen und Mauerbrechen dienlich; Hauptsache in der Festung sei Abwehr, und da verrichte ein Schlänglein von einer 18pfündigen Kugel ebensoviel als eine Quartan oder Schlange von 50 Pfd., weil es die Uebelstände eines großen Stücks nicht habe und mit demselben viel geschwinder und öfter geschossen werden könne. Darum seien die kleinen Stücke von der 3pfündigen Kugel an bis zur 18pfündigen allzeit besser zur Gegenwehr, da die gute, rechte Wehr allein darin bestehe, daß man oft und viel schießen und verdeckt stehen, d. i. auf das Vortheilhafteste dem Feinde Abbruch thun und zugleich

*) Nach Mengnert, Gesch. des Kriegswesens in Europa II. 309.

**) Kriegsbuch, darin die Alte und Neue Militia eigentlich beschrieben und allen Kriegsneulingen, Bau- und Büchsenmeistern zu Nutz und guter Anleitung verfertigt. Cassel 1607.



auf einmal sich vertheidigen könne." Ueberhaupt findet man die Vortheile des Schnellfeuers lebhaft erörtert und mannigfache Versuche in dieser Richtung angestellt.

Die sog. „Stücke zum Geschwindschießen", wie sie in der ganzen deutschen Artillerie aus Bayern eingeführt wurden, und die theilweise von hinten zu laden waren, theils aus mehreren neben einander gelegten Röhren (Orgeln) bestanden, sind schon eine alte Erfindung, die bereits in den ersten Anfängen des Geschützwesens ihre Vertreter hat; sie hatten ein kleines Kaliber, da ein großes ihren Zweck, möglichst oft hintereinander zu schießen, wegen der übrigen Schwerfälligkeit verfehlt haben würde.

Die Orgelgeschütze ersetzen bei den ephemeren Heeren, die während des 30jährigen Krieges bald da bald dort in Deutschland aus verabschiedeten Truppen der von dem Kaiser unterjochten kleinen Fürsten sich formirten und ebenso schnell wieder vergingen, als sie entstanden waren, die Stelle der Regimentsstücke, um doch der feindlichen Reiterei einigermaßen die Spitze bieten zu können.*)

Die mangelnde Uebereinstimmung, im Kaliber, in der Länge, Schwere und Form der Geschütze, die Unbehilflichkeit und unverständige Anordnung des Artillerie-Materials, besonders aber die zahlreiche Bedienung und Bespannung hatten der Artillerie bis jetzt eine untergeordnete Stellung für den Feldgebrauch angewiesen, wenn auch die Erfahrung auf gewisse, bei der Proportionirung der Geschütze zu beachtende Regeln hingelenkt hatte, deren Grundstoffe bei den vorhandenen mittelmäßigen Kenntnissen in der angewandten Mathematik nur dunkel geahnt wurden. So enthielten die brandenburgischen Arsenale eine Menge Geschütze ohne Maß und Verhältniß, da das Bestreben, Kaliber eigenthümlicher Art mit neuen Dimensionen zu erfinden, alle Stückgießer und wer sonst nur Einfluß auf die Anfertigung des Materials gehabt, in Thätigkeit gesetzt hatte, so daß die unzweckmäßige Einrichtung desselben den Fortschritten der Schießkunst hemmend entgegentrat und auch sonst nachtheiligen Einfluß ausübte.**)

Ein handschriftlicher Traktat über Artillerie***), welcher der

*) Hoyer I. 420.

**) Nach „Geschichte der preuß. Artillerie" von Malinovsky und Bonin I. 9.

***) „Quellen zur Geschichte der Feuerwaffen" vom German. Mus. Seite 105.

Zeit unmittelbar nach dem 30jährigen Kriege angehört, verwirft, offenbar als Erfahrung aus diesem Kriege, die vielen verschiedenen Kaliber, da zu leicht Verwechselungen der Geschosse, die zu unrechten Geschützen geführt würden, durch die Fuhrleute vorkämen; nur 5 Kaliber soll es geben, nämlich: Falkoneth mit 3 Pfd., Doppelfalkoneth mit 6 Pfd., Doppelfalkon mit 12 Pfd., halbe Karthaune mit 24 Pfd. und ganze Karthaunen mit 48 Pfd. Eisen."

Der erste Schritt zur Vereinfachung des Artilleriematerials wurde von den niederländischen Generalstaaten gemacht, die ihre Geschütze auf 4 Kaliber (6-, 12-, 24- und 48-Pfdr.) beschränkten, die sowohl im Land- als im Seekriege genügen mußten; sie setzten außerdem noch die Abmessungen der 4 Kanonenmodelle fest. Die größte Revolution auf diesem Gebiete ging jedoch vom Schwedenkönig Gustav Adolf aus, der ein Geschützsystem schuf, in welchem nur mehr 3-, 4-, 6-, 12 , 16- und 30pfdge. Kaliber waren, worunter die kleinen also überwogen. Die Rohre waren von Bronze, von Gußeisen und wie man sagte von Leder, d. h. aus Eisenblech oder Eisenstäben, die mit Lederstreifen umwunden waren. Die Regimentsstücke waren sehr kurz und leicht. Chemnitz*) sagt darüber: „Die ledernen Kanonen waren gegen die Polen und die Preußen von großem Nutzen, ebenso wie später im deutschen Kriege die kleinen kurzen Regimentsgeschütze mit weiter Mündung, mit denen man mehr Kartätschen als Vollkugeln schoß." Erleichterung der Feldgeschütze wird nun in der ganzen deutschen Armee die Parole; schon die in den schmalkaldischen Krieg verwickelten deutschen protestantischen Mächte hatten seit der Mitte des 16. Jahrhunderts ihre Bestrebungen auf eine leichte Artillerie gerichtet. Nach Beendigung des 30jährigen Krieges waren bei den Kaiserlichen im Allgemeinen folgende Geschützarten und Kaliber üblich:**)

---

*) „Kgl. Schwed. in Deutschland geführten Krieg, durch itziger könig M. zu Schweden Historiographen B. Ph. v. Chemnitz. Stettin 1648. I. 475.

**) Nach Traité de l'Artillerie de l'usage moderne en Allemagne v. J. 1836 (Graf Hazfeld gilt als Verfasser), und Schreiber's Kugeltafel im Büchsenmeisters-Diskurs.

Gattung.	Kugel-gewicht in Pfd.	Rohr-länge in Kaliber.	Rohr-gewicht in Ctr.
Feldschlangen	16	22	56
„	8	32	33
Falkonets	4	35	20
„	2	36	11
Karthaunen, halbe	24	20	45
„ Viertels-	12	24	28
„ Achtels-	6	27	19
„ Sechzehntels-	3	30	12
Mörser, ganze	100	1½	50
„ halbe	50	1½	25
„ viertel	25	1½	12

Hierzu kommen noch:

Haubitzen, die Steine von 12—48 Pfd. oder Kartätschen, auch Feuerwerk und dergl. schossen; Orgelgeschütze, welche aus mehreren Läufen bestanden und mit einem einzigen Lauffeuer angezündet wurden. Daniel Kolman, Vorsteher des kaiserlichen Zeughauses zu Wien, machte den ersten Versuch, Orgelgeschütze von hinten zu laden, wie die von ihm 1678 verfertigte kunstreiche Todtenorgel zeigt, welche 50 Schüsse auf einmal abfeuert.*) Der vielen vorkommenden Belagerungen wegen vermehrten sich in dieser Periode besonders die Mörser, ganz im Gegensatze zu den Franzosen, welche sich derselben in der Belagerung von La Motte in Lothringen 1634 überhaupt zum erstenmal bedienten und deren Gebrauch sie erst von Malthus lernten. Am gewöhnlichsten war der hangende Mörser, so genannt wegen der Stellung seiner Schildzapfen, die er in der Mitte hatte; sie waren mit cylindrischen Kammern versehen. Seit Cöhorn kamen die Mörser kleinen Kalibers auf, während sie vorher die riesigsten Dimensionen hatten.

Montecuculi, welcher Nachrichten über die Artillerie des deutschen Kaisers hinterlassen hat, unterschied Geschütze zweier Gattungen: diejenigen mit cylindrischer Seele, welche Kanonen, Steinstücke**) Mörser, Petarden und Orgelgeschütze enthielten.

*) Frhr. v. Leber: „Wiens kaiserliches Zeughaus." Leipzig 1846. Seite 346.

**) „Steinstücke" hießen jene leichten Geschütze, welche, mit Kammer versehen, steinerne Kugeln u. dgl. von 12—48 Pfd. Gewicht warfen.

Alle diese Geschütze wurden aus Kupfer, Eisen oder Bronze gefertigt. Die Regimenter im Dienste des Kaisers führten beinahe sämmtlich zu jener Zeit einige Glockenkanonen vom 3pfündigen Kaliber mit konischer Seele. Eine eigenthümliche Construction, die aber nicht ausgeführt worden zu sein scheint, weist die von Buchner*) beschriebene Kanone auf, deren Seelenquerschnitt 3 Kaliber (16 Pfd.) breit ist und dazu dient, Ketten- und Hagelkugel, sowie 3 Granaten auf einmal daraus zu schießen.

Die Kammergeschütze oder Haubitzen, auch Steinstücke genannt, stellen die Verbindung zwischen den modernen Haubitzen und den alten „Haufnitzen" her, und zwar nicht bloß dem Worte nach, sondern auch sachlich, indem dieselben Granaten, Hagel und Kartätschen schießen; sie wurden sehr leicht gemacht (das 125—150fache des Geschoßgewichts) und hatten eine sphärische Kammer von größerem Durchmesser als die Seele. Diese Kammer konnte die Hälfte des Gewichts der Kugel an Pulver aufnehmen. Man war zu dieser Einrichtung in dem Glauben geschritten, daß, ungeachtet der Verminderung der Ladung und der Länge dieser Stücke man von letzteren doch ebenso große Schußweiten erhalten würde, als von den älteren. Man meinte, die Schießversuche hätten diese Hoffnungen bestätigt, ein Beweis der Unwissenheit, in der man sich hinsichtlich der Grundsätze befand, um die gewonnenen Schießergebnisse mit einander vergleichen zu können. Die Zerstörung der Laffeten durch den Rückstoß dieser zu leichten Geschütze und mehrere andere fast ebenso große Uebelstände reichten nicht aus, die Irrthümer zu zerstören, welche alle Geister befangen hielten. Demnächst modifizirte man die sphärische Kammer zu einer birnförmigen, welche gestattete, dem ausgebauchten Theile derselben einen Durchmesser zu geben, der jenen der Seele wenig überstieg. Es gehörte nichts weniger als die wiederholte Belehrung durch Experimente dazu, um diesen Weg aufzugeben.**) Diese von den Franzosen erfundene Construction verwirft Mieth***) gänzlich, und so sehen wir Haubitzen mit konischen Kammern in diesem Jahrhundert

---

*) Theoria et Praxis Artilleriae 1689. I. 30.

**) Nach Favé's „histoire des progrès de l'Artillerie" IV. Bd. Seite 230.

***) „Neuere Geschützbeschreibung" 1683. I. Cap. 29.

fast ausschließlich von den Deutschen gebraucht werden,*) sowohl bei Belagerungen und zur Bestreichung des gedeckten Wegs, als im Felde zum Schießen von Granaten und Traubenkartätschen. Sie hatten allgemein 5, 6, 8 und 10 Kaliber Länge, wovon der Flug 3—4, die Kammer $1^1/_4-1^1/_2$ Kaliber betrug, waren von Metall, selten von Eisen gegossen (auch aus eisernen Stangen geschmiedete kommen vor) und lagen auf gewöhnlichen Feldlaffeten, die sich nur dadurch von den Kanonenlaffeten unterschieden, daß sie stärker waren, um die Erschütterung beim Werfen unter hohen Elevationen aushalten zu können.

Die Eintheilung und Einrichtung der Laffeten hielt mit der Classifizirung und Beschaffenheit der Geschützrohre, die sie zu tragen bestimmt waren, gleichen Schritt. Die vollgültigen deutschen Kanonen und Haubitzen mußten nothwendig stärkere und mehr mit Eisen beschlagene Laffeten haben, als das erleichterte Geschütz der Niederländer, Franzosen, Schweden ꝛc. Man unterschied nach den 3 Hauptgeschütz-Gruppen:

a. Kanonen- }
b. Haubitz- und } Laffeten.
c. Mörser- }

Die Einzelheiten ihrer Construction können wir füglich übergehen, nachdem allgemein giltige Vorschriften hierfür ohnehin noch nicht existirten, wiewohl damit nicht gesagt sein soll, daß die Abmessungen der einzelnen Theile dem Zufall überlassen wurden; im Gegentheil geben sämmtliche alten Büchsenmeistereien Anleitung zur Proportionirung der „Gefässe". Nur soweit allgemeine Constructionsgrundsätze, Erfindungen und Neuerungen auftauchen, die auf das Schießen von Einfluß sind, sollen dieselben hier erwähnt werden.

Die Laffeten werden in allen ihren Theilen nach dem Kaliber proportionirt. Die Kanonenlaffeten, von denen man zweierlei unterschied, ordinäre, für den Gebrauch im Felde und bei Belagerungen, und Festungslaffeten für den Dienst in festen Plätzen, hatten nach hinten divergirende Wände, die Mieth

*) Ein alter spanischer Hauptmann brachte diese Erfindung 1679 zuerst nach Frankreich. In dem Treffen bei Neerwinden lernten die Franzosen die ersten Haubitzen kennen, von denen sich 8 unter den eroberten Geschützen befanden (Meyer, Gesch. der Feuerw.-Technik).

des besseren Aussehens halber statt gebrochen, gebogen haben will, — er sagt aber selbst, daß sie schlechter halten — die Richtmaschine besteht größtentheils noch in den sogenannten Schußkeilen. Allein in der Folge mochte man sich damit nicht mehr begnügen, und es wurde Ende des 17. Jahrhunderts in der preußischen Artillerie ein an der untern Fläche mit drei Ausschnitten sog. „Remmeln" versehener Stellkeil mit einer eisernen Gabel eingeführt, welche in ein im Stoßriegel befindliches Loch gesteckt wurde, das Ausweichen des Keiles verhinderte und zugleich als Stützpunkt bei den drei Höhenrichtungen diente. Stand nämlich der Keil auf der hintern Remmel, so gab dies einen Prellschuß, die mittlere einen Horizontalschuß und die vordere einen Bogenschuß. Die feinere Höhenrichtung wurde wahrscheinlich nach wie vor durch Untersteckkeile hervorgebracht; später brachte man 8 Remmeln an.*)

In diesen Zeitraum fallen zwei wichtige Erfindungen, die Richtschrauben und die Walllaffeten. Ein Jesuit soll nämlich im Jahre 1650 in Warschau ein Geschütz mit Schildzapfenschrauben construirt haben, um es in eine parallele Laffete, die eine Richtschraube hat, legen zu können.**)

Es wurden mehrere solche Laffeten zu Wien und Neiße hergestellt und versucht, ihre Einrichtung geheim zu halten; aber schon im Jahre 1674 hatten die sächsischen Regimentsstücke diese Richtmaschinen zum Geschwindschießen. Weil man jedoch befürchtete, diese Schraube sei für sich allein nicht im Stande, der Erschütterung beim Schießen zu widerstehen, ward nach gegebener Richtung ein Stell- oder Richtkeil untergeschoben, der in der Mitte einen Einschnitt für die Richtschraube hatte, worauf man die letztere wieder nachließ, damit das Rohr allein auf dem Keile ruhte.***)

Die zweite Erfindung ist die von St. Auban construirte Walllaffete, wobei das Rohr auf zwei Walzen gelegt wird, die auf Balken ruhen, damit es sich hin- und herbewegen kann. Mangel an Laffeten war der Hauptgrund, warum Schildknecht sich dieser

---

*) Geschichte der preuß. Artillerie von Malinovsky und Bonin, II. Seite 149.

**) Hoyer, Geschichte der Kriegskunst I. § 287.

***) A. Julien, „Gründtlicher Unterricht von der Theorie und Praxis der heutigen Büchsenmeisterey." Aus dem Französischen von Aug. Brand. Frankfurt 1733. S. 305.



Vorrichtung bediente, um das Geschütz noch ferner zur Vertheidigung der Festung gebrauchen zu können;*) — sie hatte dann das Schicksal mehrerer anderer nützlicher Erfindungen: eine Zeit lang vergessen und endlich von einem Andern (Gribauval) aus dem Dunkel gezogen und für sein Werk ausgegeben zu werden.

Die Walllaffeten, wie sie Geißler 1697 beschreibt, hatten im Allgemeinen den Zuschnitt der gewöhnlichen Laffeten, aber größere Länge und standen auf Bettungen.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen unter den Laffeten dieser Zeit ist unstreitig eine 24pfdge Rahmenlaffete, weil hier der einer solchen zu Grunde liegende Sinn, nämlich die Festhaltung einer bestimmten Seitenrichtung, zum erstenmale sichtbar wird und den Gribauval'schen Rahmenlaffeten fast um ein ganzes Jahrhundert vorausgeht; dann weil die Idee, die Laffete aus zwei aufeinander liegenden Theilen so zusammenzusetzen, daß der obere zur Seite zu drehen ist, ohne das ganze Gestell bewegen zu müssen, und das Geschütz nach erfolgtem Rücklaufe zur Seite geladen werden kann, ebenfalls schon vorhanden ist. Allem Vermuthen nach war diese Laffete eine Nachbildung der von St. Auban erfundenen Walllaffete.

Das Geschütz sollte jedoch trotz seiner hohen Laffetirung nicht über Bank, sondern durch Scharten feuern.**)

Rahmenlaffeten scheinen auch schon bei der Belagerung von Candia (1666) angewendet worden zu sein.***) — Mieth kennt diese Art Laffeten ebenfalls.

Auch die Laffetenkasten verdienen Erwähnung als Mittel zum Geschwindschießen, insofern Munition in denselben mitgeführt werden sollte. Mieth sagt von ihnen: „Die Laffetenkasten sind nicht deßhalb erdacht worden, der Büchsenmeister ihre Töpf und Plunder mitzuführen, sondern soviel hineingeht, Kugeln, Patronen und einen ledernen Säckel Zündpulver."

Die Haubitzlaffeten haben dieselben Einrichtungen, wie die Kanonenlaffeten.

Die Mörserlaffeten, welche Ende des 17. Jahrhunderts vorkommen, sind theils hölzerne, theils eiserne und nach Geißler

---

*) Schildknecht's Harmonia II. Thl. Cap. 10. Seite 53.

**) Gesch. der preuß. Artillerie, II. 152.

***) Meyer, Handbuch der Gesch. der Feuerwaffentechnik S. 72.

sogar bronzene. Jene waren vorzugsweise Wandlaffeten für hängende Mörser, oder auch Blocklaffeten für liegende; außerdem finden sich auch noch Räderlaffeten für hängende Mörser und Blockgestelle für Handmörser. Im Nothfalle machte man auch Mörserlaffeten von Schiffstauen. Die Richtvorrichtung bestand bei den hölzernen Mörserlaffeten aus einem Kissen nebst Untersteckkeil. Man hatte auch Mörser mit einem angegossenen metallenen Fuß, wie sie noch heutzutage zur Pulverprobe angewendet werden; auch die Cöhorn-Blocklaffeten — eine Erfindung Holst's 1668 — gaben dem Mörser eine constante Elevation von 45°. Wegen des Nachtheils aber, daß man aus ersteren nur unter einem sehr hohen Winkel werfen und daher ihre Wurfweiten nicht nach Bedarf vergrößern konnte, kamen sie nach und nach fast ganz ab, und man bediente sich bei Belagerungen immer nur der Mörser, welche Schildzapfen hatten, und denen man auf ihrem Schemel jeden beliebigen Erhöhungswinkel geben konnte. Die 1610 in Berlin gegossenen zwei 130pfündigen Mörser, Romulus und Remus, haben vierrädrige Schemel und metallene Richtmaschinen.*)

Geißler probirt 1667 im Thiergarten bei Berlin Mörser, an denen hinten ein gezahnter Kamm zum Richten angebracht ist; die Zähne springen jedoch beim Feuern ab.**)

Besonders interessant sind Furtenbach's Vorschläge, Mörser auf bewegliche Laffeten mit Rädern zu stellen.

Zu erwähnen ist noch, daß die Laffeten bei der Abnahme genau revidirt, dann die Geschütze eingelegt und angeschossen wurden.

II. Munition.

Wenn man einen Blick auf die außerordentliche Vielfältigkeit der Feuerwerkskörper und deren künstliche Zusammensetzung in diesem Jahrhundert wirft, so muß man gestehen, daß unsere Vorfahren es zu einem erstaunlich hohen Grade der Kunstfertigkeit in der Pyrotechnik gebracht hatten, und die Behauptung dürfte kaum zu gewagt sein, daß die Büchsenmeister und Feuerwerker dieser Epoche von den heutigen Artilleristen nicht übertroffen werden, son-

*) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

**) Architektura universalis. 1635.

dern, wenn man den damaligen Zustand der Wissenschaft berücksichtigt, relativ wenigstens sogar etwas voraus hatten.

Doch entbehrte dieser Zweig des Artilleriewesens des Vorzuges der Einfachheit, deren wir uns erfreuen, denn ebensowohl als man zur Erreichung der vielfachen Zwecke des Schießens eine große Mannigfaltigkeit der Geschütze für nöthig hielt, glaubte man auch einer großen Verschiedenartigkeit der Geschosse zu bedürfen, und es ist leicht erklärlich, daß die besten Büchsenmeister öfters in Verlegenheit kamen, welchem sie den Vorzug geben sollten. Aber gerade die Masse der Constructionen beweist, daß der Erfindungsgeist in der Artillerietechnik eine außerordentliche Regsamkeit an den Tag legte. Um dieses so reichhaltige Gebiet zu beherrschen und übersichtlich zu ordnen, müssen wir drei Gruppen für sich ins Auge fassen, nämlich: Geschosse, Ladungen und Zündungen.

a. Geschosse.

Hier sind zu unterscheiden solche, die aus Kanonen oder Haubitzen, und solche, die aus Mörsern gefeuert wurden; ferner nach ihrer Beschaffenheit, Voll-, Streu- und Brandgeschosse; endlich ist ein Unterschied zu machen zwischen den wirklich gebrauchten und jenen Geschoßconstructionen, die nur Projekt geblieben sind.

Aus Kanonen resp. Haubitzen wurden geschossen (geworfen): Stein-, Blei- und Eisenkugeln; Ketten-, Stangen- und Pallisadenkugeln, Granaten, Kartätschen; Carcassen; glühende und Brandkugeln, Hagel.

Die Mörser warfen Steine, Bomben und Granaten, Spreng- und Brandbomben, Spiegelgranaten, Brand-, Feuer-, Leucht- und Sprengkugeln, allerlei Arten Hagel.

An sonstigen Feuerwerkskörpern, deren Wirkung in der Kraft des entzündeten Pulvers besteht, kommen noch vor: Handgranaten, Raketen, Petarden und Savartinen.

Das Verhältniß der einzelnen Geschoßgattungen zu einander in der Ausrüstung geht aus folgender Uebersicht hervor:

Es kamen 1619—1622 in Bayern ins Feld:*) 5815 eiserne Granatkugeln zu 10, 16, 25 und 56 Pfund, 25 638 eiserne gegossene und geschmiedete Vollkugeln zu 1, 2, 5, 10, 16, 25 und

*) Münich, Entwickelung der bayerischen Armee Seite 13.

45 Pfund, 1100 steinerne Kugeln unterschiedlicher Sorten; 154 Feuerkugeln; verschiedene andere Feuerwerkssachen, wie zwei eiserne „Sprengdaschen" (à 150 Gulden), zwei Pedart-Prickhen, acht Centner beschlagene Raketen rc.

Die kaiserliche Armee hatte vor Ofen (1686):*)

4 000 Kettenkugeln,
84 000 Handgranaten,
8 000 Kleb- und Brandkugeln,
2 000 Carcassen,

dann die zugehörige Munition zu 12 ganzen, 50 halben, 26 Viertelskarthaunen, 36 Falkonen, 80 Regimentsstücken, 8 Mörsern zu 4, 10 zu 2, 12 zu 1/2 Centner schweren Bomben, 12 Haubitzen zu 12 Pfund Stein, bestehend in

216 000 Vollkugeln,
21 000 Bomben,
12 000 Kartätschen,
5 000 Morgensternen,
2 000 Mordschlägen,
500 Feuerlanzen, auch glühenden Kugeln u. s. w.

Bei der Einnahme von Grove (1674) eroberten die Brandenburger:**)

10 000 Kugeln,
40 000 gefüllte Granaten,
750 Ctr. Pulver,
4 600 Ctr. Blei an Musketenkugeln,
40 Fäßlein mit Granaten, vom Wall zu rollen,
40 gefüllte 200pfdge. } Bomben,
40 " 100 " } Bomben,
25 " 30 " } Bomben,
50 " Roll- } Bomben,
200 lange Feuerkugeln,
10 000 unlaborirte Granaten und viel Feuerwerk (Feuerflaschen, Feuerkörbe, Pechkränze, Wasserfeuerballen, Feuertonnen rc.).

Auch der **Verbrauch an Geschossen** giebt Aufschluß über die am häufigsten angewendeten Schußarten. Beispiele folgen im

*) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

**) Malinovsky und Bonin, Gesch. der preuß. Artillerie, III. 114.

Abschnitt F (Leistungen und Einfluß des Artilleriefeuers im Kriege).

Zur Beschreibung der einzelnen Geschoßarten übergehend, sei gleichzeitig der historische Nachweis ihrer Anwendung eingeschaltet, worin wir meist auch Kunde von ihrer Wirkung erhalten.

Unter den Geschossen für Kanonen und Haubitzen waren

1) die eisernen Vollkugeln die gewöhnlichsten; außerdem waren von den ältesten Zeiten her noch in Gebrauch: steinerne und bleierne Kugeln. Die Steinkugeln wurden aus Granit oder Marmor gehauen und dienten als Ersatz für die eisernen Geschosse; bei der Eroberung von Rain am Lech 1633 durch die Schweden fanden sich auch noch mit Blei überzogene Steinkugeln vor.*) Bleikugeln dienten im Nothfalle zu den kleineren Stücken; der Markgraf von Baden führte 1622 kleine Haubitzen zu zwei auf einem Karren, mit denen er bleierne Kugeln schoß.**) — Sonst dienten die Bleikugeln zur Füllung der Kartätschen und Spreng- oder Hagelkugeln.

2) Glühende Kugeln, die man entweder am offenen Feuer, oder auf der Feldschmiede, oder in eigenen Glühöfen bereitete. Glühende Kugeln werden angewendet: vor Herzogenbusch (1601), ohne die Uebergabe zu erzwingen; vor Ostende (1602) von den kaiserlich spanischen Truppen; von den Schweden 1628 zum Beschießen der Schiffe in Weichselmünde; 1635 wird Bremen mit glühenden Kugeln beschossen, 1653 nochmals durch Wrangel; ferner Stralsund 1675 durch die Brandenburger rc., Beispiele, die sich leicht vervielfältigen ließen. Bemerkenswerth ist, daß in Frankreich glühende Kugeln zum ersten Male im Jahre 1688 geschossen werden. Uffano (1613) kennt die glühende Kugel noch nicht; er leugnet, daß eine anschlagende Kugel zünden könne. Nach Mieth (1684) werden glühende Kugeln aus Haubitzen geworfen. Braun (1686) giebt einen Ofen zum Glühen der Kugeln an, statt sie in Feldschmieden zu heizen.

3) Brandkugeln, vorzüglich zum Werfen aus Haubitzen. Sie sind sehr vielfältiger Composition, kugelförmig und oval; es

*) Heilmann, Kriegsgeschichte von Bayern, Franken, Pfalz und Schwaben von 1598—1634. II. 1. Abthlg. S. 961.

**) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

werden entweder Hohlkugeln dazu gebraucht, die mit einem stark und lange brennenden Satz gefüllt sind, der dann zu Löchern herausbrennt, oder man wälzt eiserne Vollkugeln in Pulver, geschmolzenem Zeug u. dgl. und umgiebt das Ganze mit einer Hülle von Drahtgeflecht oder Zeug, sie werden an ihrem Umfang auch mit eisernen Häkchen versehen, damit sie in Holz und ähnlichem Material stecken bleiben (Ankerkugeln).

Es kommen auch welche nach Art der Feuerballen mit Gerippe vor; das hierzu erforderliche eiserne geschmiedete Kreuz war etwa zwei Kaliber lang, am oberen Ende rund und nach unten mit einer geraden Platte geschlossen. Dieses füllte man mit Brandsatz, in welchen nach dem Erkalten ein Loch gebohrt und letzteres mit Zündsatz vollgeschlagen wurde; zuletzt steckte man das Geschoß in einen Sack, in dem sich zugleich die Pulverladung befand, und bildete solchergestalt daraus eine Kartusche. Der Bischof von Münster, Bernhard v. Galen, erfand 1672 die oblongen Brandkugeln, in denen eiserne Kreuze das Gerippe bilden, und wendet sie vor Gral an; sie erhalten später in Frankreich den Namen „Carcassen".

Geißler fertigt 1673 in Mastricht eine Carcasse an, die allein 165 Pfund Pulver hält; er legt sie brennend in eine Grube voll Wasser, läßt dann Erde darüber aufthürmen, — die Flamme dringt dennoch durch. In der brandenburgischen Artillerie wurden die Brandkugeln „Klebkugeln" genannt. — Die Anwendung der Brandkugeln bei Belagerungen war eine sehr häufige und bildete die deutsche Manier, Festungen durch Brandgeschosse zu erobern, ein neues Angriffsmittel, das Bombardement, aus.

4) Kettenkugeln hatte man zwei Arten: die eine bestand aus zwei mittelst einer ellenlangen Kette verbundenen Vollkugeln, die andere aus zwei ähnlich verbundenen Halbkugeln. Sie sollten gegen Truppen eine größere Wirkung hervorbringen, als die gewöhnlichen Kugeln, und, wie die Stangenkugeln, auch gegen die Takelage der Schiffe und Pallisaden wirken, doch hatten sie nur eine geringe Schußweite und Treffähigkeit. Ihr Ruf war größer als ihre Wirkung: Kettenkugeln zu schießen gilt nämlich für unchristlich, aber sehr wirksam, den Constablern jedoch gefährlich, weil der siegende Feind sich nachher an ihnen rächt. In der That findet nur gegen die Türken bei Ofen 1686 Anwendung dieser Geschoßart statt. — Diese Idee wird weiter ausgebildet

von Holste, dem eigentlichen Erfinder der Cöhornmörser, der zwei durch Ketten mit einander verbundene Granaten aus einer Doppelhaubitze schießt.

5) Stangen- oder Pallisadenkugeln, drei Arten: die eine bestand aus einer Kugel mit einem durchgehenden Loche, durch welches man eine eiserne Stange von 2—2½ Fuß Länge gezogen hatte; die andere aus einer eben so langen Stange mit zwei an den Enden befestigten Kugeln; die dritte aus zwei Halbkugeln, die durch zwei schwächere, mit einem Gelenk verbundene Stangen in Verbindung standen; diese beiden Halbkugeln konnte man daher zusammenklappen und so in das Geschütz laden, daß die Stangen vorne lagen.

Nach Buchner mußten sie, ehe sie angewendet werden konnten, mit einem hölzernen, in die Seele passenden Futter umgeben werden.

Eine besondere Art waren die Schiebstangenkugeln, die aus zwei Halb- oder Vollkugeln bestanden, die durch zwei auseinander schiebbare Stangen verbunden waren; sie wurden beim Laden zusammengeschoben und durch den Schuß auseinander gezogen.

6) Kartätschen, drei Arten: Trauben-, Büchsen- und Beutelkartätschen. Die Traubenkartätschen, auch Traubenhagel genannt, waren die besten, weil sie ihre Kugeln am meisten zusammenhielten; sie bekamen kugelschwere Füllung von eisernen oder bleiernen Kugeln in einem auf dem Spiegel befestigten Zwillichsack, wurden oben zugebunden, mit Bindfaden beschürzt und in Pech getaucht.

Die Büchsenkartätschen bestanden aus einer, mit einem Deckel versehenen hölzernen Büchse und der Füllung von gehacktem Eisen, oder eisernen Kugeln mit dazwischen gepackten Sägespänen. Nach dem Füllen leimte man den Deckel fest und überzog auch wohl die Büchse mit Leinwand. Eine andere Art bestand aus einer Büchse von Weißblech, mit Bleikugeln gefüllt und mit einem Oberspiegel nebst einer daran befestigten Kartusche versehen. Endlich war es auch Gebrauch, in Festungen Beutelkartätschen ohne Spiegel, bloß aus einem mit Kettengliedern, Nagelköpfen, altem Eisen ꝛc. gefüllten Beutel gebildet, anzuwenden; doch kannte man auch schon die Mängel dieser Geschosse.*) Beutelkartätschen mit Musketenkugeln werden schon 1601 bei der Belagerung von Ostende

*) Nach Malinovsky, Gesch. der preuß. Artillerie. II. 393 u. ff.

geschossen. In Rottenburg (Bayern) befanden sich z. B. im Jahre 1649:

37 Kartätschen zu 40 Pfund,
52 " " 8 "
19 " " 2 "

Aus Steinstücken schießt man außerdem noch Korb-, Nagel- und Hagelkugeln, deren Zusammensetzung sich theils aus früherem, theils aus dem Namen ergiebt.

7) Granaten, drei Arten: runde, halbrunde und cylindrische. Die runden unterschieden sich von den Bomben zunächst durch ihr kleineres Kaliber, sowie dadurch, daß sie keine Henkel oder Oesen und bloß papierene Zünder hatten, die mit dem Kopf nach abwärts in die Granate eingesetzt wurden. Die halbrunden, wie die cylindrischen, auch „Wallgranaten" genannt, hatten unten eine gerade Fläche und waren letztere zwei Kaliber lang und an einem oder beiden Enden zugespitzt. Die Zünder zu diesen Granaten mußten bis auf den Boden reichen, hatten keinen Kopf und verglichen sich nach dem Eintreiben mit der Oberfläche des Geschosses; die Zündung erfolgte durch ein unten befindliches Seitenloch. Die Granaten wurden mit Musketenpulver gefüllt, und, nachdem man eine Filzplatte an dem Boden befestigt hatte, mit Zündpapier bewunden und zuletzt in den mit der Pulverladung versehenen Beutel gesteckt und letzterer zugebunden.

Nach Mieth wird das Pulver für die Sprengladung mit Essig, worin Knoblauch gelegen, befeuchtet. Da die Granaten jedoch häufig aufs Brandloch fielen, fing man Ende des 17. Jahrhunderts an, dieselben unten stärker zu machen und so entstanden ovale und excentrische Granaten. Die Brandenburger verschossen vor Bonn (1689) nur excentrische Granaten und Bomben. Clarner, ein Nürnberger, soll die cylindrischen Granaten erfunden haben, sie werden 1627 vor La Rochelle mit einem Ansatz, der in die Kammer reicht, mit günstigem Erfolge gebraucht.*) — Die Granaten hält Simienowicz für sehr wichtig und sagt, sie hätten in den letzten Belagerungen der niederländischen Festungen sehr große Dienste geleistet. Die Methode, die Granaten, um sie mit Einem Feuer zu schießen, mit dem Zünder gegen die Ladung zu legen, ist gefährlich, besonders wenn er nicht von Metall und

*) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

im Mundloch und Boden eingeschraubt ist. Simienowicz giebt oblonge Granaten mit eingeschraubtem Windflügel an, andere, wo Leinwand und Lappen durch die Oesen gezogen werden, um das Niederfallen auf den Zünder zu verhüten. Granaten, die mit Einem Feuer geschossen werden, haben einen dicken, durchbohrten Spiegel, der Zünder liegt der Ladung zu in der oberen Oeffnung der Durchbohrung. — Wollte man zwei Granten auf einmal aus einem Rohre schießen, so mußten sie, nach Buchner, zweierlei Art sein, die vordere enthält eine Blechhülse zur Aufnahme des papiernen Branders, der von oben nach unten brennt. Die hintere Granate hat ein eisernes, eingeschraubtes Brandrohr, wie solches bei jenen Granaten, die ohne Spiegel verschossen werden, gebräuchlich.

Um Granaten beim Einfallen von selbst zünden zu lassen, wendet Simienowicz einen feilenartig gehauenen Bolzen an, der beim Niederfallen sich in der Granate an einem Feuerstein reibt. — Auch Miethen erfindet Granaten, die beim Fall von selbst Feuer geben und wendet sie bei Prag (1678) an; Miethen hält aber selbst nichts davon, ebenso wenig von der von Simienowicz angegebenen Methode mit Feuersteinschlössern und durch den Zünder sich ziehenden Lunten, wodurch schon viele die Hände verloren.

Eine Spielerei ohne Bedeutung scheint die von Buchner beschriebene „sausende oder pfeifende Kugel" zu sein, die nichts anderes als eine Granate mit einem im unteren Theile befindlichen Hohlkonus darstellt, wodurch sie in der Luft stark rauscht; statt des Pirschpulvers füllt man sie auch häufig mit einem geräuschvoll brennenden Satz.

Eine besondere Erwähnung verdienen die in damaliger Zeit mit großer Vorliebe gepflegten Handgranaten; sie wurden nicht nur aus freier Hand geworfen, sondern auch an langen Stäben aus Musketen geschossen und bildeten das beliebteste Mittel zu allerlei Hagel. Simienowicz schlägt 1649 Wurfmaschinen zum massenhaften Schleudern derselben vor. Weil man jedoch diese Granaten wegen der Gefahr vorzeitiger Entzündung nicht mit zu kurzen Brändern versehen durfte, verfiel man darauf, sie ebenfalls „zu Knall und Fall" einzurichten, indem man 2 Löcher einander gegenüber anbrachte, durch die ein hölzerner Stab gesteckt und an demselben eine brennende Lunte befestigt war. Wenn nun die Granate niederfiel, ward der Stab mit der Lunte hineingestoßen und die Ladung gezündet.

Eine andere Art waren die sogenannten **Topfgranaten**, die ebenfalls „Knall und Fall" krepiren sollten; zu dem Zwecke nahm man einen irdenen Topf mit 4 Henkeln, streute eine Schicht Mehlpulver hinein, und setzte auf dieses die mit Sprengladung gefüllte Granate. Statt des Zünders diente ein kurzer, ausgebohrter, mit Mehlpulver gefüllter und oben mit Anfeuerung versehener Pfropf, dann wurde der noch übrige, an den Seiten und über der Granate vorhandene Raum fest mit Mehlpulver ausgestopft, der Topf mit Leinwand zugebunden und hiernach in Pech getaucht. Endlich befestigte man an jedem Henkel ein kurzes Stück Lunte; beim Gebrauche zündete man beide Enden der letzteren an. Da beim Niederfallen der Topf zerbrach und das Mehlpulver die brennenden Lunten überschüttete, so erfolgte auch sogleich die Wirkung.

8) **Granathagel**, zum Schießen aus schweren Kanonen, 2 Sorten, mit und ohne Brandrohr: entweder werden 2–3pfdge Handgranaten in einen mit Spiegel und Deckel versehenen hölzernen Cylinder eingesetzt, der Längsschlitze hat, und die Zwischenräume mit Raketensatz ausgefüllt. Die Kartusche ist gewöhnlich fest damit verbunden und wird dieses Geschoß wie Traubenhagel geschossen. Oder es befinden sich Handgranaten in einer hölzernen oder blechernen, mit Anfeuerung versehenen Büchse, die Zwischenräume mit Kitt ausgefüllt; in die Büchse kommt ein Brandrohr, das sich vom Schuß entzündet, und nachdem es durchgebrannt, die eingesetzten Granaten zur Explosion bringt.

Besonders merkwürdig wegen ihrer Analogie mit dem heutigen **Shrapnel** sind die aus Steinkanonen oder Haubitzen geworfenen

9) „**Hagelkugeln, so auf gegebene Distanz zerspringen**" und deren schon Dambach (1609) erwähnt. Ob wir es bei dieser Art Geschosse wirklich mit dem Wesen unseres Shrapnels zu thun haben, darüber gehen die Ansichten der Gelehrten auseinander. Decker meint*): „Mit Bezug auf die Shrapnels kommt allerdings schon in der alten Artillerie etwas ähnliches vor, doch nach einem ganz anderen Princip, das man nicht verwechseln darf. Man bediente sich der metallnen Cylinder, mit Sprengladung und kleinen Kugeln gefüllt, aber schwerlich nach dem Princip der heutigen Shrapnels, sondern mehr petardenartig." Schon Furten-

*) „Die Shrapnels" von General C. v. Decker. S. 17.

bach*) schlägt 1629 vor, man müsse auf die Rakete eine Petarde und Granate setzen und diese mit eisernen und bleiernen Kugeln füllen, um die verheerende Wirkung eines Kartätschschusses hervorzubringen. Dies wäre schon eine etwas bestimmtere Annäherung. Geißler wirft 1672 in Lille eine Art von Granatkartätschen, die mit Bleikugeln gefüllt waren; die erste Lage Kugeln ist mit Pech in die Granate eingeklebt, die anderen locker eingeschüttet. Der preuß. Hauptmann Meyer, der eine Apologie für den General Shrapnel, die Priorität seiner Erfindung betreffend, veröffentlicht hat**) — behauptet: „Alle bis auf Shrapnel's Zeit vorgekommenen, mit Bleikugeln und Sprengladung gefüllten Geschosse hatten nur in ihrer allgemeinen Zusammensetzung, nicht in ihrer speciellen, und besonders nicht in ihrem Zwecke Aehnlichkeit mit dessen „spherical-caseshot“, denn sie alle sollten, wie die anderen Hohlgeschosse früherer Zeit, erst beim Berühren des Bodens oder sogar erst nach dem Einschlagen wirksam werden.“

Bormann in seiner verdienstvollen Abhandlung „das Shrapnelgeschoß in England und Belgien“***) ist entgegengesetzter Anschauung, indem er die deutsche Hagelkugel als den Vorgänger des heutigen Shrapnels bezeichnet; er sagt: „Das Shrapnelgeschoß ist eine **deutsche** Erfindung aus dem 16. Jahrhundert. Es verdanken die Deutschen diese Entdeckung einem ausgezeichneten Offizier der preußischen Artillerie, Hauptmann Toll, welcher bei seinen geschichtlichen Untersuchungen in der Universitätsbibliothek zu Heidelberg ein Manuscript vom Jahre 1593 fand, woraus unzweifelhaft hervorgeht, daß die deutschen Artilleristen jenes Zeitraumes das Princip, auf dem das heutige Shrapnel beruht, vollkommen kannten, und daß, ungeachtet ihrer so beschränkten Mittel, dasselbe dennoch in dem Projectile eine Anwendung fand, welches damals Hagelkugel genannt wurde. Dieses interessante Manuscript, aus dem Toll im Jahre 1852 einen Auszug im Archiv XXXII. Bd., S. 160 publicirte, macht einen Theil des Codex palatinus aus, verfaßt von Samuel Zimmermann (siehe Einleitung) und enthält als Rand-

*) Büchsenmeisterey-Schul Augspurgs, 1643.

**) „Notiz über die Geschichte des Shrapnels“ von Meyer im Archiv, 1837. VII. 156.

***) Uebersetzt und mit Anmerkungen versehen von Generalmajor Du Vignau. Berlin 1863. S. 37.

glosse die charakteristische Bemerkung: „Hagelkugel, die sich über etliche hundert Schritt aufthut" — und bekunden diese Worte allein schon die Kenntniß des in Rede stehenden Princips."

Diese Hagelkugel bestand aus einer bleiernen Büchse von cylindrischer Gestalt, ihr Zünder ist ein gewöhnliches Brandrohr; er stand in der Achse des Geschosses und auf einem Ende des Cylinders. Die Sprengladung umgab und bedeckte ihn im Innern des Geschosses. Der übrige Theil des Hohlraumes war mit „Hagel" (Eisenstücken, Kugeln, Kieselsteinen ꝛc.) ausgefüllt und das andere Ende entsprechend verschlossen.

Ein ähnliches Geschoß beschreibt Buchner;*) in der Mitte eines mit Kieselsteinen gefüllten Sackes befindet sich eine ovale Granate, von oben herab wird ein Brandrohr eingesetzt, in das ein papierner Brander von beliebiger Länge, mit Anfeuerung versehen, eingekittet wird. Sie werden mit Einem Feuer (d. i. Zünder nach vorn) geschossen. Charakteristisch für sämmtliche, aus Steinkanonen verfeuerten Geschosse ist ihre längliche Form.

Die bei Wurfgeschützen (Mörsern) üblichen Geschosse bestanden in:

1) Steinen bis zu 500 Pfd. Gewicht. In der Belagerung von Stettin (1659) wurden aus dem brandenburgschen Lager einige Feldsteine über den Wall geworfen, die so ungeheuer groß waren, daß an einem „2 Kerle zu tragen hatten".**)

2) Bomben und Granaten. Die Bomben, deren man sich Ende des vorigen Jahrhunderts in der deutschen Artillerie mit und ohne Sprengladung beim Mörserfeuer bediente, waren anfangs durchgängig von einerlei Eisenstärke, doch sagt schon Malthus (1650),***) man könne ihnen einen dickeren Boden geben, damit das Brandloch allezeit nach oben falle. Braun†) beschreibt und empfiehlt eine excentrische Bombe, um das früher gewöhnliche Einlegen einer Bleiplatte zu ersparen. Man glaubte zugleich, durch die ovale Form der Bomben eine stärkere Wirkung zu erhalten, und bediente sich deshalb dieser sowie einer unten spitz zugehenden

---

*) Theoria et Praxis Artilleriae. I. 76.

**) Gesch. der preuß. Artillerie von Malinovsky und Bonin. III. 97.

***) Pratique de la guerre. II. Th. 3. Cap.

†) Fundamentum Artilleriae. IV. Th. 37 Cap.

Art häufig, die beide von den deutschen Büchsenmeistern ausschließlich Bomben genannt werden, während sie alle hohl gegossenen runden Kugeln Granaten hießen, ohne Rücksicht, ob sie für Mörser oder Haubitzen bestimmt waren.*)

Sie wurden aus Eisen gegossen, doch hatte man auch metallene Granaten und gläserne Handgranaten.

In früherer Zeit beschürzte man die Granaten außerhalb und machte sie deshalb etwas kleiner; dies war nämlich deshalb nöthig, weil sie keine Oesen, wie die Bomben hatten; man wand einen sogenannten Korb von Leine um das Geschoß und versah es dabei mit einer Handhabe. Jede kleinere Bombe hatte 2 Henkel oder Oesen, die größeren dagegen 4; die Eisenstärken der Bomben wurden häufig gewechselt, doch sind die Gründe dafür nicht bekannt. Um ein solches Geschoß zu schießen, wurde es innen ausgepicht, mit Sprengladung gefüllt, der Zünder um den Kopf mit Hanf bewickelt, mit Leim bestrichen, eingetrieben und der etwaige Zwischenraum zwischen dem Kopf nochmals mit Hanf umwunden. Granaten, die weit geworfen werden sollten, erhielten unten ein Kissen von Filz. Die von Miethen beschriebenen Bomben haben Oesen und Füllöcher, auch schraubenförmige Zünderlöcher. Die Gewichtsverhältnisse der Bomben richten sich nach dem Gewicht des kalibermäßigen Steins; ist ein constantes Verhältniß zwischen Stein und Bombe (Granate) bekannt, so findet man das eines beliebigen Kalibers durch Proportion. Geben z. B. 30 Pfd. Stein 50 Pfd. Granatgewicht, so erhält man für einen 500 Pfd. schweren Stein $30:50 = 500:x$, woraus $x = \frac{50.500}{30} = 833^1/_3$ Pfd. Gewicht der zugehörigen Bombe sich ergiebt.**)

Derartig schwere Bomben waren durchaus keine Seltenheit, so werden nach Miethen auf Genua (1684) 10 000 Bomben in 3 Tagen geworfen, unter denen welche von 12 Ctr. gewesen sein sollen.

Man unterscheidet: Sprengbomben, Brandbomben und Bomben zum Geschwindwerfen. Die Sprengbomben, nicht zu verwechseln mit den hölzernen Sprengkugeln, waren von Eisen und nur halb so stark im Metall, wie die gewöhnlichen, jedoch ebenfalls

*) Hoyer, Gesch. der Kriegskunst. II. 34.

**) Buchner, Theoria & Praxis Artilleriae. II. 53.

excentrisch und hatten ein großes Mundloch, das erst nach dem Füllen der Bombe durch Einsetzen mehrerer Ringe auf die normale Größe gebracht wurde. Die Füllung bestand aus Handgranaten und der zum Sprengen erforderlichen Pulverladung. Jene waren ebenfalls mit Sprengladung und kurzen Zündern versehen, die nach der Mitte zu liegen kamen. Das Hauptbrandrohr war unten conisch abgeschnitten, um nicht zu früh an die untersten Granaten zu stoßen.*)

Die Brandbomben hatten gleichfalls geringere Metallstärke, 2 überstehende Oesen, ein Mundloch gewöhnlicher Größe und 16 auf der Oberfläche vertheilte Brandlöcher; am Boden befanden sich jedoch keine, weil man voraussetzte, daß das Geschoß nach dem Niederfallen auf diesem Theile liegen würde. Wahrscheinlich wurden diese Bomben mit Brandkugelsatz oder mit kaltem geschmolzenen Zeug gefüllt; zum Zünden wurde anscheinend eine Röhre in den Satz gebohrt und mit einer Art Zündersatz vollgeschlagen.*)

Bomben zum Geschwindwerfen, von Miethen in der Belagerung von Ofen (1686) zuerst angewendet, unterscheiden sich von anderen durch die gleichzeitige Anwendung der Kartusche. Die Bomben (25- und 50pfdge) waren excentrisch und mit einem Zünder mit gewölbtem Kopf versehen. Die Kartuschen wurden entweder an die Bomben befestigt (angekittet?) oder für sich in die Kammer eingesetzt; unten waren sie nach der Form der Kammer abgerundet, oben mit einem hölzernen Spiegel versehen, dieser hatte eine Rinne zum Anbinden des Beutels und war an seiner unteren Seite entweder flach oder conisch ausgehöhlt.**)

Geißler zeigte bei Herrenhausen das Geschwindschießen mit Bomben (ohne Verkeilung); die Kartusche ist hier mit Draht umwunden, um die Reste nach dem Schuß rasch wieder entfernen zu können.***)

Eine durch ihre Größenverhältnisse ausgezeichnete Art von Bomben waren die sogenannten Marmiten, eine französische Erfindung, welche die Gestalt eines runden Topfes mit flachem Boden, 48 Pfd. Sprengladung und ein Gewicht von 5—7 Ctr.

*) Gesch. der preuß. Artillerie. II. 396, von Malinovsky u. Bonin.
**) Mayer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.
***) Hoyer, Gesch. des Kriegswesens. II. 16.



hatten; sie wurden von den Kaiserlichen 1683 in Wien gegen die Türken angewendet.

3) Spreng- oder Triumphkugeln, Sprengtonnen, Trancheekugeln bestehen aus einem hölzernen Körper, wurden mit Handgranaten, Mordschlägen, Fußangeln, geschmolzenem Zeug u. dgl. gefüllt und in die Trancheen oder den gedeckten Weg geworfen, um die Arbeiten des Feindes dort zu zerstören.*) Bei der Versetzung mit Granaten sollte die Sprengkugel im Scheitel ihrer Flugbahn, die Granaten aber in Mannshöhe crepiren. Man warf sie im 35. oder 55. Grad.*)

4) Zum Wachtelwurf bediente man sich der Spiegelgranaten und Steine. Die Hebespiegelgranaten, eine Erfindung Miethen's (1684), verdrängten wegen ihrer leichteren Anfertigung die Sprengkugeln bald vollends.

Man kittete anfangs Handgranaten auf einen Hebespiegel in angebrachte Hohlkehlen, die Zünder nach der Mitte gerichtet; diese verband man alsdann, vermöge der durchbohrten Zünder, durch Zündschnur und zog dieselbe durch den im Hebespiegel befindlichen Zündkanal. Man legte nur eine Schicht Granaten. Später wurden dieselben nicht mehr aufgekittet, sondern lose in die Hohlkehlen gelegt, auch wohl in Haufen übereinander. Die Steine wurden mit Sand in einen Korb gepackt, doch so, daß die großen unten und die kleinen oben zu liegen kamen, dieser auf den Hebespiegel gestellt, nachdem man den über der Ladung noch leeren Raum mit Werg verstopft hatte.

In Ermangelung eines Korbes setzte man den Flug des Mörsers mit dünnen Brettern oder Stäben von Pulvertonnen aus, um die Seele nicht zu beschädigen, packte dann die Steine hinein und verdämmte sie mit Erde.

5) Mörser-Kartätschen (50pfdge) werden bei der in pyrotechnischer Hinsicht äußerst interessanten Belagerung von Ofen angewendet und bilden einen, nicht nur den ganzen Flug des Rohres ausfüllenden, sondern noch 1½ Kaliber daraus hervorragenden Körper, der mit 12 Stück um eine hölzerne Röhre gelegter 3pfündiger Handgranaten gefüllt war. Den Kessel des Mörsers füllte ein Spiegel von Stroh aus, in dessen Mitte die hölzerne Zündröhre steckte.

---

*) Hoyer, Gesch. des Kriegswesens. II. 36.

Die Granaten lagen in 3 Schichten à 4 Stück, mit den Zündern in entsprechende Löcher der Zündröhre gesteckt, um von dieser ihr Feuer zu empfangen. Zwischen jeder Schicht Granaten befand sich eine dünne Lage Stroh, sowie auch die obere Fläche des Körpers mit Stroh bedeckt, mit Leinwand überzogen und in Pech getaucht wurde. Beim Gebrauch setzte man erst das Pulver in die Kammer, dann die Kartätsche (auch Granatkartätsche genannt) und stellte dann einen mit raschen Stoppinen (Zündschnur) umwickelten Stock durch die Röhre bis in die Kammer, worauf die Entzündung des Geschosses gleichzeitig mit dem Abfeuern des Geschützes erfolgte. Die Wirkung dieser Geschosse soll bedeutend gewesen sein.

6) Brand- und Leuchtkugeln, Feuerballen, Bettelsäcke, Maulkörbe, brennende Steine u. dgl.

Es gab ovale und runde Brandgeschosse, letzteren gab man insofern den Vorzug, als man sie weiter werfen konnte. Es waren dies ganz solche Geschosse, wie sie bis in unsere Zeit in Gebrauch waren, nämlich mit geschmolzenem Zeug angefüllte Säcke und mit Leinen umstrickt; außerdem versah man das Geschoß noch mit mehreren Mordschlägen von verschiedener Länge. Der Zünder war ein gewöhnliches Brandrohr. Die „brennenden Steine" waren steinerne Kugeln von kleinerem Kaliber als der Mörser, die mit abwechselnden Lagen von Brandzeug, Werg, Pech und Mehlpulver umgeben wurden. Die Leuchtkugeln waren in Einrichtung und Anfertigung den Feuerballen gleich, nur der Satz war verschieden.

7) Dampf- und Quall-, Rauch- oder Blendekugeln werden bei Tag oder in mondhellen Nächten geworfen, um die eigenen Arbeiten, Unternehmungen rc. vor dem Feinde zu verbergen, und ebensowohl aus Mörsern wie aus freier Hand. Der Satz besteht aus Salpeter, Schwefel, Kohle, Harz, Pech, Sägspänen oder Gerberlohe und war in Säcke gefüllt.

Ferner werden in den Feuerwerksbüchern noch erwähnt verschiedene Rezepte zu

8) Stank- und Giftkugeln, „das wer den Dunst riecht, muß sterben". Diese Geschosse, den Feuerballen äußerlich ähnlich, auch zur Hälfte mit Brandsatz gefüllt, sollen bei nebligem und stillem Wetter geworfen werden, damit der Dunst nicht so schnell

in die Höhe zöge, oder in enge und bedeckte Räume. Die Arbeit mit ihnen ist gefährlich und gilt für den rechtschaffenen Artilleristen als unanständig.

Von sonstigen Kriegsfeuern, die mit dem Schießen in Zusammenhang stehen, sind noch aufzuführen: die Erdmörser oder Savartinen und die Raketen.

Um eine größere Menge Steine auf einmal in die Werke der Vertheidiger werfen zu können, als die Größe eines Mörsers verstattete, erfand man den Erdwurf, von dem sich in der Belagerung von Kostniz durch die Schweden (1633) die ersten Spuren finden.

Es ward nämlich ein Loch in der Richtung des gehörigen Elevationswinkels, unter dasselbe aber eine Petarde als Kammer in die Erde gegraben und letztere mit Pulver geladen. Füllte man nun das Loch mit Steinen an, so wurden diese nach Entzündung der Ladung mittelst eines Leitfeuers mit der größten Heftigkeit herausgetrieben und überschütteten den Feind mit einem Steinregen.*) Nach Anderen wird die Erfindung des Erdwurfes dem Obersten Gettand zugeschrieben, der i. J. 1659 einen 8 Ctr. schweren Stein auf diese Weise gegen Thorn schoß.**) Buchner erzählt von einem Schüler des letzteren, Tomsen mit Namen, daß er „etliche Futter Steine oder etliche 50 Ctr. und mehr Centner Granaten auf einmal aus der Erde und zwar über 1000 Schritt hinaus" geworfen habe. Die deutschen Artilleristen benutzten als Kammer für die Ladung statt der Petarde gewöhnlich einen kleinen Mörser und schossen damit 10 bis 15 Ctr. schwere Lasten über 1000 Schritte weit.

Die Kunst, mit dem Erdmörser zu schießen, wird geheim gehalten. Der brandenburgische Artillerielieutenant Braun wirft 1669 vor dem Senat von Venedig aus 2 Erdmörsern 19 Ctr. Granaten und Steine, was man in Italien noch nicht gesehen hatte.

Vor Candia scheute man sich, von dieser Methode Gebrauch zu machen, aus Furcht, daß die Türken sie kennen lernen würden.***)

---

*) Hoyer, I. 520.

**) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

***) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

Die Raketen, die man schon in den ersten Zeiten nach Erfindung des Schießpulvers als Brandgeschoß verwendete, waren in diesem Jahrhundert für Kriegszwecke hauptsächlich Pfeilraketen; sie bestanden in 1pfdgen Ernstraketen mit einer blechernen Kammer und darauf gelöthetem eisernen Pfeil; der Satz wurde mit Branntwein geknetet. In der Kammer befand sich ein Mordschlag. Beim Gebrauche legt man etwa 15 Stück solcher Raketen ziemlich horizontal auf ein Gerüst und entzündete sie durch ein gemeinschaftliches Feuer, wonach sie eine große Confusion unter dem Feind hervorgebracht haben sollen.

Sie fanden nach den vorhandenen Nachrichten bei der Belagerung von Ofen eine ziemlich zahlreiche Anwendung. Man hatte bis zu 100pfdgen Raketen.

Weil die deutschen Feuerwerker zünftig waren, suchten sie sich auch durch mancherlei neue, oft höchst sonderbare Kunstfeuer hervorzuthun und gleichsam ihr Meisterstück abzulegen. Dieselben wurden jedoch nicht alle zum Ernste angewendet, sondern verloren sich in den Laboratorien ihrer Erfinder oder füllen die Bände der Feuerwerksbücher, ohne die Probe ihrer Brauchbarkeit bestanden zu haben.

Die Zahl solcher unausgeführten Projekte ist trotz der reichen Auswahl an wirklich gebräuchlichen Kriegsfeuern noch immer eine sehr ansehnl che, was wohl dem Umstande zugeschrieben werden darf, daß sich die damaligen Artilleristen ex officio viel mit der sogenannten „schimpflichen" oder Lustfeuerwerkerei zu beschäftigen hatten. Dambach (1609) beschreibt z. B. die Fabrikation folgender Geschosse: Schadkugel, Falkkugel, Plainkugel, Streitkopf, Spitzstock, Springkugel, die 2—3 Sprünge macht; Schwimmkugel, Sturmkugel, eine besondere Art Dampfkugel u. s. w. — Bei Furtenbach finden wir: Feuerregen, Wasserkugel, eine schwarzleuchtende Kugel, Todtenkopf 2c.

b. Ladungen.

Mit der fortschreitenden Güte des Pulvers konnten die Ladungsquantitäten proportional abnehmen; doch waren sie noch

immer sehr groß, da im Allgemeinen nach großen Schußweiten gestrebt wurde.

Die große Verschiedenheit der Geschoßgewichte bei ein und demselben Kaliber machte eine ebensolche Mannigfaltigkeit der Ladungen nothwendig. Die gewöhnlichen Kanonenladungen waren halbkugelschwere, indessen hatte man unter Umständen sowohl stärkere, als schwächere Ladungen; die Kammerstücke erhielten beim gewöhnlichen Gebrauche kammervolle Ladung; bei den Mörsern pflegte man zu 40 Pfd. Kugelgewicht 1 Pfd. guten Pirschpulvers zur Ladung beizumischen, zum Steinwerfen machte man die Kammer zur Hälfte oder ³/₄ voll Pulver.*)

Nach Schreiber soll eine halbe oder ganze Karthaune nicht höher als mit ²/₃ Pulver geladen werden.

Im Felde und zum Schießen gegen Truppen auf 5- bis 800 Schritt genügt ¹/₂ kugelschwere Ladung.

Will man wissen, wie weit man mit seinem Stücke schießen kann, so ladet man ²/₃ Pulver, markirt vor dem Mundloche die Setzkolbenstange, wie weit sie ins Rohr reicht; mißt dann mit einem Cirkel das Kaliber und trägt es an der bezeichneten Setzkolbenstange auf; soviel Kaliber sich nun dabei herausstellen, soviel Hundert Ellen weit kann man schießen (100 Ellen = 80 Schritte). Dies gilt aber nur von Schlangen mittlerer Größe.

Die Bestimmung der Ladung war eine rein mechanische, wie aus den Anweisungen, Ladeschaufeln zu proportioniren, hervorgeht. Bei der Festsetzung des Ladungsverhältnisses für ein beliebiges Geschütz war dessen Metallstärke maßgebend: vollgütige Rohre erhalten demgemäß ¹/₂ kugelschwere Ladung und wird die Ladeschaufel dann 4 Kaliber lang gemacht; übergütige erhalten größere, mindergütige geringere Ladungen. Hierbei verfährt man nach Kastner**) folgendermaßen: Man mißt den Durchmesser des Rohres an der Mündung und theilt dieses Maß in 52 gleiche Theile; davon subtrahirt man die Metallstärke über dem Zündloch und berechnet nach dem Kugelgewicht die Ladung durch Proportion.

*) Aus „Gesch. der preuß. Artillerie“ von Malinovsky und Bonin II. 400.

**) Vestibulum Pyroboliae. 1671. Seite 41.

Dieser Unterschied betrage z. B. bei der halben Karthaune (24-Pfder) 27, so hat man 32 : 24 = 27 : x, woraus sich x = 20¼ Pfd. oder 20 Pfd. 8 Lth. als Gebrauchsladung ergiebt. Will man nun wissen, wie lang die Ladeschaufel gemacht werden müsse, so erhält man wieder durch Regel de tri: 28 Pfd. Pulver erfordern 4 Kaliber Länge, wieviel 20¼ Pfd.? Antwort 3⅜ Kaliber. Ganz auf gleiche Weise findet man auch die Ladungen für $^1/_1$, $^2/_3$, $^3/_4$ ꝛc. Kugelschwere.

Nach Buchner betrugen die Ladungen in Hakenpulver:

1) für die halbe Karthaune:

Eiserne Kugel	12 Pfd.
Kettenkugel	12—16 „
Pallisaden- oder Stangenkugel . .	10—12 „
Gehauener oder eingesetzter Hagel .	10—16 „
Traubenhagel	12—16 „
Glühende Kugel	10—12 „
Brandkugel	5—6 „
Granaten	4—5 „
Doppelte Granaten	6—7 „
Granathagel	5—6 „
Sausende Kugel	4—5 „
Ankerkugel	4—5 „
Wallkugel	4—8 „

Anmerkung. Nach Analogie der Schußtafel kann man durch Proportion nach diesen Ladungen jene für alle anderen Kaliber finden.

2) Für die 32pfdge Haubitze:

Steinkugel	1 Pfd.	8 Lth.
Feuerballen	1 „	— „
Brennender Stein, gebundener	1 „	— „
Leuchtkugel	— „	30 „
Korbhagel	1 „	16 „
Granaten	1 „	24 „
Ankerkugel	1 „	16 „
Granathagel	28 Lth. bis 1 Pfd.	

3) Für Mörser:

Vortrag	8-Pfdr.		16-Pfdr.		32-Pfdr.		64-Pfdr.		96- bis 100-Pfdr.		128- bis 150-Pfdr.		200-Pfdr.		300-Pfdr.	
	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.
Steinkugel . . .	—	10	—	18	1	—	1	16	2	—	2	16	3	16	4	16
Feuerballen . . .	—	10	—	16	1	—	1	16	2	—	2	16	3	16	4	16
Leuchtkugel . . .	—	9	—	16	—	30	1	12	2	—	2	16	3	16	4	16
Brennender Stein .	—	9	—	16	—	30	1	12	2	—	2	16	3	16	4	16
Brandkugel . . .	—	9	—	16	—	30	1	12	2	—	2	16	3	16	4	16
Dampfkugel . . .	—	9	—	16	—	38	1	12	2	—	—	—	—	—	—	—
Granaten	—	18	—	28	1	16	2	16	3	8	4	8	5	16	4	16
Regenkugel . . .	—	—	—	—	—	20	1	8	1	28	—	—	—	—	—	—
Trancheekugel . .	—	—	—	—	—	20	1	8	1	28	—	—	—	—	—	—
Luftkugel	—	8	—	16	—	24	1	8	1	24	2	8	2	24	—	—

Der **Pulverfabrication**, deren Beziehung zum Schießen allerdings nur eine indirekte ist, wird erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet, und ein Mittel gefunden, um in Zukunft alle Unbequemlichkeiten und Mißstände, die bis dahin hervorgetreten waren, zu vermeiden, indem alles **neue Pulver** einer **Probe** unterworfen wurde, welche eine Garantie für dessen Stärke zu geben bestimmt war; das Pulver wurde sowohl mit als ohne Instrumente geprüft. Furtenbach kennt schon (1629) die Pulvereprouvette mit Federn und gezahnter Stange; ein anderes derartiges Instrument mit einer gezahnten Gradscheibe wird von Buchner beschrieben.

Simienowicz gibt 3 Arten, Pulver zu probiren, an, nämlich durch das Gesicht, durch Anfühlen und durch Abbrennen; von den obigen Instrumenten hält er nicht viel, weil sie nicht sicher und gleichmäßig functioniren. Der Ende dieses Jahrhunderts in Frankreich eingeführte Pulverprobemörser scheint in Deutschland noch unbekannt gewesen zu sein.

Die deutschen Pulvermacher unterschieden das von ihnen verfertigte Schießpulver nach der Größe seines Kornes in Karthaunen-, Haken-, Musketen- und Pürschpulver. Im Zeughause zu München wurde zu Beginn dieses Jahrhunderts die „**Kunst des Geschwindschießens**“, wie der Herzog Max sie nannte, erfunden, die wahrscheinlich in der Anwendung der **Kartuschen** für das Geschütz bestand. Diese Muthmaßung des General Hütz*) wird bestätigt

*) Hütz, „Geschichtl. Darstellung der Veränderungen in der bayer. Artillerie“ in den militärischen Mittheilungen von Hylander u. Ketschmer. 1829. III, 133.

durch nachstehende Stelle aus dem herzoglichen Erlaß vom 11. April 1609: „Item ob sie (nämlich die Constabl) khennen Patronnen und Sackhl zum Geschwindschießen machen."

Der hierzu gehörige Apparat, sagt Hütz, wurde in einer verschlossenen Kiste dem Geschütz nachgeführt. Dies hat wieder seine Richtigkeit und wird durch mehrere Stellen der 30jährigen Kriegsakten belegt, die Heilmann*) anführt. Diese übrigens nicht mehr neue Idee — sie findet sich schon im Kriegsbuche Reinhard von Solms 1559 angegeben — wird 1620 vom Schwedenkönig Gustav Adolf wieder aufgenommen und erfolgreich durchgeführt; um das Feuer zu beschleunigen, verwirft er die Ladeschaufel und läßt für seine leichten Feldstücke sehr dünne hölzerne Hülsen benutzen, an denen die Kugel fest war.

Auf diese Weise, sagt ein Geschichtsschreiber jener Zeit, konnte die Artillerie 8 Lagen abgeben, bevor der Musketier 6 Schuß gethan hatte.**)

Die Einrichtungen der schwedischen Artillerie wurden das Muster für Freund und Feind, ihr Einfluß erstreckte sich auf alle europäischen Artillerien und reichte weit bis in das nächste Jahrhundert hinein.***) Die Kartuschbeutel waren in der Folge von Pergament, Leinwand oder Wollenzeug; die Patronen wurden vorzugsweise zu den Kartätschen oder zum Traubenhagel, oder auch mit einem Spiegel zu Kugeln angewendet, und zuletzt kreuzweise mit Draht überzogen. Zu den Feuerkatzen (Schrotstücke) wendet Braun hölzerne Kartuschbüchsen an, die nach dem Einsetzen mit einem Pfriemen durchstoßen werden. Bei anhaltenden Kanonaden wurden jedoch Positionsgeschütze auch öfters wieder mit der Ladeschaufel geladen, indem man sich aus Besorgniß, daß die Patronen verderben könnten, mit solchen zu wenig versah.†)

c. Zündungen.

Was die Zünder oder Brander zu den Granaten anlangt, so gab es solche von Holz, Papier, Blech oder Eisen. Die höl-

*) Kriegsgeschichte von Bayern von 1634—1651. III. 949.

**) Hoplophorus, Succo-regius autore Phil. Arlanibaeo, A. 1633. S. 74.

***) Taubert, „Die Entwickelung der preuß. Feldartillerie". Im Archiv 32. Bd. Seite 15.

†) Meynert, Gesch. des Kriegswesens in Europa. III. 214.

zernen Brandrohre reichen bis auf den Boden des Geschosses, sind schwach konisch, haben unten 3 oder 4 Zündlöcher und oben einen Ansatz. Der Satz zu den Bränden bestand aus:

½ Pfd. Salpeter, 8 Loth Mehlpulver, 4 Loth Schwefel, 2 Loth Kohlen;

nach einem andern Rezepte: 8 Loth Salpeter, 21 Loth Mehlpulver, 4 Loth Kohlen, 3 Quentchen Grünspan,

oder 10 Loth Salpeter, 7 Loth Mehlpulver, ½ Loth Schwefel, 1 Loth Kohlen u. a. m.

Diese Sätze wurden angewendet, je nachdem der Zünder rascher oder langsamer verbrennen sollte. Das Untermischen von Harz, Sägespänen, Gerberlohe u. dgl. hielt man seit Mieth (1684) für nachtheilig, da ein solcher Satz leicht zu ersticken war.

Die eisernen und metallenen Brandrohre, welch letztere nicht besonders beliebt waren, weil der Zündsatz leicht erstickte, enthielten papierne Hülsen, waren aber durch eine eiserne Platte und unten durch einen Boden geschlossen, über welchem 3 oder 4 Zündlöcher eingebohrt waren; werden in die Granaten eingekittet, bei den größeren Kugeln auch eingeschraubt, und oben mit Stoppinen versehen.

In Preußen hatte man Zünder für 125-, 100-, 75-, 60-, 50-, 40-, 25-, 18-, 16- und 14pfündige Granaten und Bomben, ferner Handgranat- und Spiegelgranatzünder; letztere, die oben mit einem Kopf abschlossen, mußten von unten geschlagen werden, die anderen von oben.

Wollte man die Brandröhren in die Geschosse einsetzen, so umwickelte man sie mit Hanf und bestrich sie mit Leim. Anfangs ließ man den Kopf sehr weit, ja bis ½ Kaliber herausstehen; weil man jedoch sah, daß sie theils noch im Mörser, theils beim Aufschlagen auf den Erdboden abgestoßen wurden, so daß die Ladung kein Feuer bekam, so machte man in der Folge die Köpfe kürzer.*) — Von den Versuchen, die Länge der Brandrohre nach den Flugzeiten zu reguliren, ist schon oben sub A. 1 die Rede gewesen.

Mieth, Buchner u. A. lehren das Tempiren der Zünder durch Seitenlöcher.

Der von Simienowicz beschriebene Percussionszünder be-

*) Hoyer, I. 423.

steht in einem feilenartig gehauenen Bolzen, der beim Niederfallen in die Granate eingetrieben wird, wobei er sich an einem Feuerstein reibt und die geschlagenen Funken die Explosion verursachen. Auch Mieths Zünder zu dessen „Knall- und Fallgranaten" beruhen auf dem Princip der Reibung; im hölzernen Brandrohre befindet sich noch eine eiserne geladene Hülse, die mit vielen Löchern versehen ist und deren Kopf oben vorsteht; beim Auffallen wird dieser hineingestoßen.

Eine Art Concussionszünder hatten die oben beschriebenen Topfgranaten.

Zum Entzünden der Geschützladung wurden die Schlagröhren und Geschwindpfeifen erfunden und zwar speciell zum Zwecke des Geschwindschießens. Die Schlagröhrchen, die in der Belagerung von Ofen (1686) zum erstenmale erscheinen, waren darauf berechnet, hölzerne und Blechkartuschen zu durchschlagen, wozu man den Feuerstrahl allein nicht für hinreichend hielt; es waren blecherne oder eiserne Röhrchen, die durch das Zündloch bis auf die Patrone hinabreichten, unten mit einem gewölbten Näpfchen zur Aufnahme eines scharfen Schusses (Bleikugel), oben bis auf ein kleines Zündlöchlein verschlossen, sie wurden innen mit Anfeuerung ausgestrichen, damit sie nicht blind gingen.

Die Geschwindpfeifen, eine Erfindung Geißlers, der sie zuerst in der Belagerung von Brüssel (1697) anwendete, bestanden aus Schilfzündröhrchen, mit Anfeuerung angefüllt, die in das Zündloch auf die vorher mit einem Durchschlag geöffnete Patrone gesetzt wurden.

Bisher hatte es oft, zumal des Nachts, 1 Pfd. Pulver gekostet, ein Zündloch einzuräumen. Die ältesten Schlag- und Zündröhrchen waren so lang als das Zündloch; sie waren schon längst bei der Lustfeuerwerkerei in Gebrauch, aber vorher noch nie zum Abfeuern des Geschützes in Anwendung gekommen.

Dem französischen Büchsenmeister Malthus wird, nach Vorausgehendem wohl irrthümlich, die Erfindung der Brändchen oder Zündröhrchen zum Entzünden der Mörserladung zugeschrieben.

III. Geschützzubehör.

Zu einem wohlmontirten Geschütze gehörten folgende Gegenstände:

1 Ladeschaufel,
1 Wischer,
1 Ansetzkolben,
1 Maßstab: nach Stein, Eisen, Blei und Pulver getheilt (Kalibermaßstab),
1 Handzirkel,
1 Taster oder krummer Stangenzirkel,
1 Richtscheit oder Bleiwage,
1 Richtloth (Perpendikel an einem Faden),
1 Quadrant,
4—5 Aufsätze (zum Vergleichen),
4 Räumnadeln (eine runde zum Einräumen, eine mit einem Löffel, um damit ein verstopftes Zündloch wieder öffnen zu können, eine mit einer scharfen Schneide zum Durchstoßen, eine mit umgebogener Spitze, die Stärke des Metalls zu messen),
1 Roth- und Holzschraube,
1 Damm- und Vorschlagauszieher,
1 Vogelzunge,
1 Barilfaß mit ledernem Sack,
3—4 Schußkeile,
1 Pulverflasche,
1 Horn mit Mehlpulver,
1 lange Zündruthe,
2 Zündstöcke,
1 Laterne mit Licht und Feuerzeug,
3—4 Hebebäume,
1 Kugelleere,
1—2 Mulden zum Pulverschöpfen,
1—2 Patronenhölzer,
2—3 Sperrmaße,
1 Kühlfaß mit Essig zum Abkühlen,
einige kupferne Pulvermaße,
1 Stückwinde, sowie verschiedene Vorrathssachen (Vorschläge rc.), Instrumente zur Pulverprobe, zum Untersuchen des Geschütz-

rohres und der Eisenmunition, Werkzeuge zum Geschützvernageln, Kugelglühen, Schanzzeug u. dgl. Zu den Mörsern brauchte man außerdem noch Hölzer zum Verkeilen, Stroh-, Filz- und hölzerne Spiegel, Brandrohre, Zündröhrchen, Leim oder Kitte, Thon 2c.

Die Ladeschaufel war für jede besondere Ladung nach dem Kaliber proportionirt, die jeder Büchsenmeister kennen mußte. Die eigentliche Schaufel von Kupferblech befand sich an einer Stange und hatte eine dem Ladungsraume entsprechende Gestalt.

Der Wischer war gleichfalls nach bestimmten Regeln proportionirt und jeder besonders an einer Stange befestigt. Der „Wischzeug" bestand aus Schaffellen, oder Filzscheiben, Seilwerk und Borsten, die um den Wischkolben befestigt waren.

Der Ansetzkolben war cylindrisch, während Ladeschaufel und Wischer sich stets nach der Kammer richteten; anfangs getrennt, erscheinen Ende dieses Jahrhunderts Ansetzer und Wischer an derselben Stange.

Der Kalibermaßstab, dessen Anfertigung die Quintessenz der Kenntnisse eines Büchsenmeisters ausmachte, hatte dieselbe Construction wie im vorigen Jahrhundert. Er diente dazu, den Durchmesser jeder Kugel und daraus den der 1pfündigen Kugel zu bestimmen, also das Geschoßgewicht aus ihrem Kaliber zu erfahren, um danach die Ladung berechnen zu können. In den Büchsenmeistereien sind verschiedene Methoden der Anfertigung angeführt.

Der Quadrant ist ein theils hölzernes, theils metallenes Instrument zur Ertheilung der Höhenrichtung und zum Suchen der Mittellinie des Rohres. Es giebt Quadranten mit gleichen und mit verjüngten Graden: erstere enthalten auf einem Gradbogen eine Eintheilung von 0—45°, oder auch von 0—90° mit Unterabtheilungen von 5 zu 5 und 10 zu 10 Graden. Am rechten Winkel eines Winkelkreuzes angebracht und mit Perpendikel oder Bleiloth versehen, bildet er den sog. „Winkelhaken", dessen langes Ende zur Richtung ins Rohr gesteckt wird. — Die Quadranten mit den verjüngten Graden beruhten auf dem Princip, daß die eine der beiden Seiten eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks in 45 gleiche Theile getheilt und diese durch Linien mit dem gegenüberliegenden Winkel verbunden werden; dieselben schneiden nun die Dreieckshöhe (Hypotenuse als Basis) in ungleichen, nach unten sich verjüngenden Abständen, welche die Erhöhungsscala bil-

den. Diese Art Quadranten verdankt ihre Entstehung der Anschauung, daß „nach den verjüngten Graden, so einander ungleich seynd, die Differenzen der Distanzen der Schuß- und Wurflinien alle einander gleich seynd, welches dann in der praxi sehr bequem, dann wann man nur einen Schuß oder Wurf nach solchen verjüngten Graden gethan hat, kann man leicht finden, beneficio progressionis arithmeticae, wie viel Schritt auf jeden Grad zu rechnen seynd, welches sich bei dem in gleichen Graden eingetheilten Quadranten nicht will thun lassen." Zu letzteren braucht man eine Schußtafel. Kästner, dessen „Vestibulum Pyroboliae" obige Stelle entlehnt ist (S. 53), erkennt aber dieses Princip selbst für falsch an. — Von den mancherlei Formen der Quadranten war die häufigste ein in 45° eingetheilter Gradbogen mit einem Perpendikel; die Gradscala war häufig noch mit einer sog. „Wachslinie" versehen, um Punkte als Anhalt für Correcturen darin anbringen zu können. Man sieht sie auch manchmal extra noch mit einem Bleiloth versehen, um die Neigung des Geschützes zum Horizonte anzugeben. Die Combination von Quadrant und Aufsatz ist nicht selten, als solche haben sie nebenbei auch eine Zolleintheilung und sogar eine Skala nach Entfernungen in Schritten. In Verbindung mit einer Magnetnadel können sie gleichzeitig als Boussole zum Nehmen der Seitenrichtung benutzt werden.

Bei Mörsern ist zum Aufsetzen auf die Mündung das sog. „Mörserkreuz" nothwendig. Es giebt auch Quadranten, die keinen Perpendikel, sondern einen Zeiger haben, um den sich die Eintheilung, wie die Balken einer Wage dreht. Auch ganze Scheiben, wie Zifferblätter einer Uhr, kommen vor; die vier senkrecht auf einander stehenden Zeiger zeigen Grade, Schritte, Schuh und Ruthen an. Eine ganz eigenartige Construction beschreibt der sächsische Büchsenmeister Schreiber: in einer runden Schachtel befindet sich eine metallene Nadel aufrecht stehend, darüber ein Glas, in dem eine Eintheilung eingravirt ist; unten in der Schachtel, hart über dem Gelenke der Nadel, steht eine Messingscheibe mit einem Loch in der Mitte, darin sich die Nadel bewegen kann; an letztere ist als Gewicht eine Bleikugel befestigt.

„Es weist auff ein Haar vor sich und nach der Seiten, ob es schon windigt ist." Das gebräuchlichste Richtinstrument ist der

Triangel; er wird nach folgender Anweisung Schreibers*) gemacht: „Man reißt einen runden Zirkelriß ohngefähr 2 Zoll weit, macht den Zirkel soweit auf, setzt den Zirkel mit einem Fuß unverrückt auf die erst gerissene Zirkellinie, legt dan eine Linial von einem Punkt zum andern, reißt eine linia. Da dann solcher drei Linien einen gerechten Triangel geben, darein der Perpendikel oder Zeiger gehangen wird, dann setzet man den einen Fuß des Handzirkels in ermelten Punkt und mit dem andern Fuß reißt man unterwerts von einem Schenkel bis zum andern einen Bogen, da müssen zu beiden Seiten des Triangels vom Punkte des Perpendikels zu jeder Seiten eine gerade lini, bis ganz hinunter auf den Fuß bis an diese lini gezogen werden. Da wird der runde Bogen in 11 gleiche Theile getheilt, als zu jeder Seiten 6 Theil, unter sich in die Mitt an Triangel, 1 auf jeder Seiten, 2 dann zu jeder Seiten, 3 u. s. f. 4, 5, bis der 6. Punkt auf der Linien an Seitenschenkeln kommt. Will man, so kann man unten ein Füßlein daran machen lassen. So kann man auch an perpendicul ein Schieberlein machen lassen, welches man anstatt eines Aufsatzes gebrauchen kann, hoch und nieder kann geschoben werden nach Gelegenheit, so mans bedarf."

Abbildungen derartiger Aufsätze mit Zoll- und Gradeintheilung finden sich in citirtem Werke mehrere, darunter einer mit drei Skalen für den 12-, 25- und 50-Pfdr. und in Verbindung mit einer Magnetnadel. Beim Mörserfeuer bediente man sich am häufigsten des sog. „großen Triangels", auch die „gespaltene Vierung" genannt, womit man am genauesten und bequemsten soll richten können. Er beruht auf der Methode der Theilung nach verjüngten Graden und reicht bis zu 1500 Schritt.

Die Pulverflasche diente zur Aufnahme des zum Einräumen bestimmten Pulvers, das Pulverhorn enthielt das zur Anfeuerung der Zünder nöthige Mehlpulver.

Zum Schießen mit glühenden Kugeln bedurfte man auch noch einer eisernen Krücke zum Herausziehen derselben aus dem Feuer und eines eisernen Löffels zum Tragen.

Zum Reinigen der Seele diente das Kratzeisen.

---

*) Büchsenmeister-Diskurs. S. 19.

Resumé.

Das deutsche Artilleriematerial zeichnete sich sowohl durch seine zweckentsprechende Construction, wie durch das richtige Verhältniß der Kaliber und seine leichte Handhabung aus. Die Einfachheit im Geschützmaterial war angebahnt, die Gleichförmigkeit innerhalb der einzelnen Gattungen und Kaliber hat einen Schritt vorwärts gethan, die Kaliber selbst sind gegen Schluß des Jahrhunderts auf ein entsprechendes Maß reduzirt. Die Laffeten erhalten verschiedene Constructionen je nach der Bestimmung der Rohre, um den Bedingungen der Ausnützung der vollen Schußwirkung besser dienen zu können. Der Blick auf das Ganze ließ jedoch die Details nicht vergessen, welche die Geschütze entweder dauerhafter machten, besonders aber auf Erzielung einer größeren Feuerbereitschaft hinstrebten. Diese Verbesserungen verschwinden jedoch, trotz ihrer Wichtigkeit, vor einer Neuerung, welche alle anderen verdunkelt.

Die explosiblen Hohlgeschosse wurden definitiv eingeführt. Ein einfacher hölzerner Zünder und das Schießen mit zwei Feuern haben die Schwierigkeiten beseitigt, welche sich der Praxis des Hohlgeschoßfeuers entgegenstellten.

Die Vervollkommnung im Zünderwesen führte eine rapide Ausbreitung in der Anwendung der Granaten und Bomben herbei. Wenn man bedenkt, daß seit diesem Zeitabschnitt die primitiven Anfänge des Granatschießens und Bombenwerfens zu den explodirenden Langgeschossen unserer Zeit geführt haben, welche die Vollkugeln fast ganz verdrängten, so muß man nicht nur die unmittelbare Wichtigkeit, sondern auch die weiteren Folgen dieser Erfindung anerkennen.

XVI.

Die Vortheile des Verticalfeuers gegenüber dem rasanten Feuer der Geschütze im Festungskriege.

Im Festungskriege führt der Artilleriekampf die Entscheidung herbei. So lange der Vertheidiger im Stande ist, das Uebergewicht über die Angriffs-Artillerie, welches er bei frühzeitiger Erkenntniß der Angriffsfront und richtigen Dispositionen bei Beginn des Kampfes immer haben wird, zu behaupten und kräftig auszunutzen, so lange wird er Fortschritte des Angreifers verhindern. Nur dann, wenn es dem Angreifer mit Hülfe der ihm eigenthümlichen Vortheile gelungen ist, das Uebergewicht über die Vertheidigungs-Artillerie zu erkämpfen und dauernd zu behalten, wird der Fall der Festung nur noch eine Frage der Zeit sein. Beiden Gegnern muß also daran gelegen sein, das Uebergewicht über die feindliche Artillerie möglichst lange zu behalten bezw. möglichst bald und nachhaltend zu erkämpfen, um den Zweck der Vertheidigung bezw. Belagerung zu erreichen.

Um die feindliche Artillerie nachhaltig zum Schweigen zu bringen, ist es nöthig, das Geschütz selbst, Rohr oder Laffete, zu zerstören. Durch Shrapnelfeuer läßt sich nur für die Dauer desselben — und die kann bei der verhältnißmäßig geringen Dotirung nicht groß sein — eine Batterie zum Schweigen bringen. Die Mannschaften werden gezwungen sein, bei heftigem Shrapnelfeuer zeitweilig die Bedienung auszusetzen und Schutz in den Hohlräumen rc. zu suchen, wenn es auch nicht gänzlich unmöglich erscheinen möchte, die Geschütze — allerdings langsam — weiter

zu bedienen, indem die einzelnen Nummern sich dicht an die Brustwehr setzen und nur in günstigen Augenblicken zur Bedienung ans Geschütz treten; jedenfalls möchte wohl nicht zu verlangen sein, daß im Ernstfalle die Bedienung im feindlichen Shrapnelfeuer reglementsmäßig am Geschütz steht, vielmehr wird man darauf Bedacht nehmen, sie so aufzustellen, daß sie möglichst gegen Verluste geschützt ist. Das Material ist indeß durch Shrapnelfeuer nicht zu zerstören; aber nur die Zerstörung des Materials führt endgültig zum Zweck, nämlich die Batterie nachhaltig außer Gefecht zu setzen. —

Zur Zeit der glatten Geschütze waren neben den Kanonen auch Haubitzen und Mörser zum Kampf gegen die feindlichen Geschütze bestimmt; man glaubte mit dem mehr rasanten Feuer der Kanonen nicht allein zum Zweck zu gelangen, trotzdem sie weniger rasante Flugbahnen als ihre gezogenen Nachfolger hatten und trotzdem man damals fast durchweg Laffeten mit geringer Feuerhöhe hatte, die tiefe, bekleidete Scharten, also leicht sichtbare Zielpunkte und leicht zerstörbare Treffpunkte nöthig machten. Selbst die Feldartillerie hatte — allerdings aus anderen Gründen — ihre Haubitzen, und wie schwer man sich von denselben trennen mochte, beweist der Umstand, daß verringerte Ladungen zum hohen Bogenschuß noch während des Feldzugs 1870/71 in der Ausrüstung vorgesehen waren. Indeß verlor die Feldartillerie bald die kleinen Ladungen; die seltenen Momente, wa man sich von gekrümmteren Flugbahnen einen günstigeren Erfolg versprechen dürfte, können nicht die Ein- und Mitführung verminderter Ladungen begründen.

Bei der Festungs- und Belagerungsartillerie beschränkte man sich bei Einführung der gezogenen Geschütze zuerst auf die Kanonen; Haubitzen und Mörser blieben glatt oder schieden ganz aus, trotzdem man sie früher in nicht unbeträchtlicher Zahl für nöthig hielt und trotzdem vorauszusehen war, daß der Vertheidiger nichts Eiligeres zu thun haben würde, als sich gegen das präzisere rasante Feuer der gezogenen Kanonen durch Fortlassung der tiefen Scharten bezw. Einführung hoher Laffeten zu decken. Was indeß für die Feldartillerie vorwiegend nöthig ist, paßt für nur wenige Zwecke der Festungs- und Belagerungsartillerie. Hier liegen die Verhältnisse ganz anders; das Verticalfeuer, schon zur Zeit der glatten Geschütze durchaus nicht überflüssig, ist infolge Einführung hoher Laffeten und durch die Verbesserungen im Festungs- und

Batteriebau erst recht und in ausgedehntem Maße nothwendig geworden. Daß man dieser Anforderung nicht von vornherein durch Einführung gezogener Haubitzen und Mörser Rechnung trug, scheint theilweise seinen Grund darin zu haben, daß man das glatte Haubitz- und Mörsermaterial für ausreichend hielt (in den während des Feldzugs 1870/71 armirten Rheinfestungen waren noch vielfach Haubitzen aufgestellt und vor Paris befanden sich eine Anzahl Bombenkanonen, die allerdings nicht mehr zur Thätigkeit kamen). Auch stand ein Umbau der gegnerischen Festungen vor der Hand nicht zu erwarten. Endlich hatte man durch Einführung verminderter Ladungen bei den Kanonen versucht, denselben gleichzeitig die Möglichkeit zu geben, mit großem Fallwinkel zu feuern. Es liegt aber auf der Hand und ist durch die Praxis genugsam erwiesen, daß verminderte Ladungen in Geschützen, welche nicht, wie die glatten Kammergeschütze, hierzu, sondern für rasante Flugbahnen, also verhältnißmäßig große Ladungen, konstruirt sind, bedeutende Nachtheile gerade beim gezogenen Geschütz mit sich bringen. Nur die kurze 15cm. Kanone, von vornherein für eine verhältnißmäßig geringe Gebrauchsladung eingerichtet, zeigt bei Verminderung derselben in gewisser Hinsicht eine Verbesserung ihrer Treffwahrscheinlichkeit (s. weiter unten).

Indeß auch diese kleinen Ladungen sollen wohl für gewöhnlich anderen Zwecken, nicht aber zum Demontiren dienen; bis jetzt verwandte man hierzu Geschütze mit flachen Flugbahnen und die Gebrauchsladung; erst in neuester Zeit macht sich ein Streben bemerklich, das Verticalfeuer zum Zweck des Beschießens von Geschützen hinter Brustwehren in größerem Umfange zu verwenden.

In Nachstehendem soll versucht werden, an der Hand der Schußtafeln und Schießregeln die Berechtigung des vorerwähnten Strebens nachzuweisen. Zunächst sollen die Gründe klar gelegt werden, welche es verursachen, daß das rasante Feuer der bisherigen Demontirgeschütze eine im Verhältniß zum Munitionsaufwand nur sehr geringe Wirkung hat, und demnach soll ausgeführt werden, inwieweit das Verticalfeuer diese nachtheiligen Einflüsse vermeidet und bessere Resultate erwarten läßt.

Der Hauptgrund für die geringe Wirkung unserer bisherigen Demontirgeschütze liegt in der vorzüglichen Deckung des feindlichen Geschützes gegen die rasante Flugbahn. Das Ziel ist als horizontales gar nicht zu treffen, während es als verticales nur die über

die Feuerlinie hervorragende Mündung und den in Verlängerung der eventuell nothwendigen Muldenscharte treffbaren Theil des Laffetenbocks als Trefffläche bietet. Die Oberfläche des Rohrkonus mit Ausnahme der Mündungsfläche kann — unter der Annahme, daß das Geschütz annähernd die Richtung auf das ihm gegenüberstehende und dessen Erhöhung hat — durch ein Geschoß nicht erheblich beschädigt werden, da die Differenz zwischen Erhöhung und Fallwinkel eine so geringe ist, daß das Geschoß, wenn es die Mündungsfläche nicht trifft, am Rohrkonus ohne wesentlichen Eindruck abgleiten muß. Die treffbare Fläche (Mündungsfläche und ungedeckter Theil der Laffetenböcke) hat im günstigsten Falle, wenn man die Auseinanderstellung der Laffetenböcke unserer 15cm. Laffete mit 620mm. nimmt, eine Größe von 0,62□m. Ein direktes Treffen der Räder ꝛc., der Bettung und zum Theil auch der Bedienung ist bei intakter Brustwehr von 2,4m. Höhe in Batterien und 2,2m. Höhe auf Wällen nicht möglich infolge der rasanten Flugbahn und des geringen Fallwinkels bei Verwendung der Gebrauchsladung auf den größten zulässigen Demontirentfernungen.

Gegen das Ziel von 0,62□m. giebt umstehende Tabelle die Trefferprocente der verschiedenen Geschütze von 800—2000m. Die fett gedruckten Zahlen zeigen die nach dem „Handbuch für Artillerie-Offiziere" größte zulässige Demontirentfernung. Für die in den Belagerungstrain einzustellende schwere 9cm. Kanone sind die Procente nach den Schußtafelangaben für das schwere Feldgeschützt eingesetzt.

Es ist hierbei aber wohl zu beachten, daß diese Procentzahlen, an und für sich schon nicht sehr hoch auf den für den Ernstfall eintretenden Entfernungen, nur richtig sind für den Fall, daß die mittlere Flugbahn genau durch die Mitte des Ziels geht, hier also genau in die Mündung des feindlichen Geschützes. Nun kann dieser Fall aber nur zufällig und sehr selten eintreten; denn es ist einerseits unmöglich, das Maß der mittleren Abweichung einer etwa erschossenen Gruppe vom beabsichtigten Treffpunkt so genau festzustellen, wie dies allenfalls beim Schießen gegen Anschußscheiben ausführbar ist, andererseits ist die genaue Verlegung der Flugbahn in den beabsichtigten Treffpunkt durch Anwendung der feinsten ausführbaren Korrektur nur sehr selten möglich, wenn auch das Maß der Abweichung bekannt wäre. So kann z. B. der

Fall eintreten, daß auf 800 m. der erreichte mittlere Treffpunkt auf 0,4 m. unter dem beabsichtigten liegt, also ganz außerhalb der Trefffläche von 0,62 □m. Die geringste Korrektur von $^{1}/_{16}{}^{\circ}$ verlegt die

Entfernung.	9 cm. Stahlkanone m. Kolben- und 9 cm. Eisenkanone mit Kolben- und Keilverschluß.	schweres Feldgeschütz.	12 cm. Kanone c/73. Granaten.	12 cm. Kanone c/73. Langgranaten.	15 cm. Kanone. Granaten 3,2 kg. Ladung.	15 cm. Kanone. Langgranaten 2,5 kg. Ladung.	15 cm. Ringkanone.	kurze 15 cm. Kanone.
m.	%	%	%	%	%	%	%	%
800	28	35	23	27	27	20	49	23
900	**22**	**27**	18	20	27	16	35	16
1000	16	20	13	15	20	15	31	13
1100	14	15	11	13	15	10	23	10
1200	12	15	8	10	13	9	20	**7**
1300	9	12	7	8	10	7	16	6
1400	8	10	5	6	8	5	15	5
1500	7	7	**4**	**5**	**7**	**4**	11	4
1600	5	5	3	4	5	4	9	3
1700	4	4	3	4	5	3	7	2
1800	4	4	2	3	4	2	6	2
1900	2	4	2	2	3	2	4	2
2000	2	2	2	2	2	2	**4**	1

Flugbahn auf dieser Entfernung um 0,9 m., also im vorliegenden Falle 0,5 m. über den beabsichtigten Treffpunkt und wieder aus der Trefffläche heraus. Mit wachsender Entfernung können diese Verhältnisse natürlich noch ungünstiger auftreten, da der Effekt der Korrektur von $^{1}/_{16}{}^{\circ}$ mit der Entfernung zunimmt. Es ist aber klar und nach den Vorbemerkungen zu den allgemeinen Schußtafeln Seite XI genau zu berechnen, wie bedeutend sich bei solch ungünstiger Lage der Flugbahn die Trefferprocente verringern. Hält man obiges Beispiel auf 800 m. für die 15 cm. Ringkanone (also für das besttreffende Geschütz auf einer Entfernung, wie sie wohl im Ernstfalle so klein nicht vorkommen wird) fest, so ergiebt sich rechnungsmäßig, daß man bei Lage der Flugbahn um 0,4 m. zu tief oder zu hoch, trotz der günstigen Voraussetzung, daß sie seitlich richtig liegt, statt 49%, wie sie in obiger Tabelle angezeigt sind, nur 19% erhält. Es ist leicht ersichtlich und durch Rechnung

nachzuweisen, daß auf größerer Entfernung die an sich schon sehr geringen Procente fast gänzlich verschwinden können und daß auch die schwere 12 cm. Kanone, deren Einführung bevorsteht, trotz ihrer bedeutenden Treffwahrscheinlichkeit gegen verticale Ziele, dennoch gegen gedeckt aufgestellte Geschütze wenig leisten wird, weil sie den nämlichen Uebelständen unterworfen ist.

Um den Uebelstand dieser geringen Treffwahrscheinlichkeit zu verringern, schreiben die Schießregeln nun vor: „Die mittlere Flugbahn ist durch die deckende Krete zu legen, um mit den zu kurz gehenden Schüssen die Brustwehr zu zerstören." Auf diese Weise soll das Geschütz mehr freigelegt, also die Trefffläche vergrößert werden. Naturgemäß liegt dabei auch noch die Möglichkeit vor, schon früher einen Zufallstreffer auf das Geschütz zu erreichen und dadurch die Zerstörung der Brustwehr überflüssig zu machen. Die Lage der Flugbahn nach der Länge entspricht der oben angeführten Vorschrift, wenn man die Hälfte der Schüsse + und die Hälfte — beobachtet. Für die Wirkung ist aber ebensosehr erforderlich, daß die Flugbahn in Bezug auf die Seitenrichtung richtig liegt, d. h., daß man ebenfalls 50 pCt. rechts und 50 pCt. links der feindlichen Geschützmündung beobachtet.

Diese Beobachtung nach der Seite ist aber sehr schwer, da man in den meisten Fällen auch bei Verwendung guter Fernrohre die Geschützmündung nicht sehen kann. Man muß sich deshalb nach der Raucherscheinung richten und dieselbe, da sie nicht bei jedem diesseitigen Schuß zu sehen sein wird, durch Instrumente festlegen. Dieser Umstand hat die Einführung der sogenannten Batterielatte erforderlich gemacht. Das Instrument ermöglicht immerhin eine ziemlich genaue Beobachtung und gleichzeitiges Messen der Seitenabweichungen, so daß ein genügendes Einschießen nach der Seite möglich ist.

Was nun die Wirkung der Geschosse gegen die Brustwehr anbelangt, so ist es klar, daß dieselbe um so bedeutender sein wird, je genauer man auf die Krete eingeschossen ist und je dichter sich die Schüsse um diese gruppiren. Das erstere Erforderniß wird aber analog dem bereits oben angeführten Uebelstande beim Schießen gegen das verticale Ziel hier dadurch um so schwieriger erreicht, als gerade bei den rasanten Flugbahnen die kleinste Korrektur von $1/_{16}°$ nach der Länge Bedeutendes effektuirt, so daß z. B. bei einer falschen Lage der Flugbahn um 6—7 m. in den weitaus meisten

Fällen eine Verbesserung durch $^1/_{16}$° Korrektur nicht mehr zu erreichen ist. Naturgemäß ist eine solche Verbesserung so lange nicht möglich, als die erschossene Flugbahn um weniger zu kurz oder zu weit liegt, als das Maß beträgt, um welches $^1/_2/_{16}$ auf der betreffenden Entfernung die Flugbahn nach der Länge verlegen würde. Liegt z. B. bei der 15$^{cm.}$ Ringkanone auf 1700$^{m.}$ der mittlere Treffpunkt um 14$^{m.}$ vor der Krete, so hilft eine Korrektur um $^1/_{16}$ nichts, weil sie die Flugbahn um 28$^{m.}$, hier = 14$^{m.}$ hinter die Krete, also eben so ungünstig, wie vorhin verlegen würde. Es ist klar, daß bei einer um weniger als 14$^{m.}$ falschen Lage der Flugbahn eine Korrektur noch viel weniger günstig wirken würde und daß erst bei größerer Entfernung als 14$^{m.}$ eine Korrektur einen um so besseren Effekt haben würde, je mehr die Abweichung sich dem Maß für $^1/_{16}$° = 28$^{m.}$ nähert.

Hieraus ergiebt sich, daß man meistens in die Lage kommen wird, statt der gewünschten 50 pCt. + und 50 pCt. — Schüsse ein anderes Verhältniß der zu kurzen und nicht zu kurzen Schüsse zu beobachten. Man kann durch Rechnung feststellen, welches in jedem Falle dasjenige ungünstigste Verhältniß der + und — Schüsse ist, bei welchem eine Korrektur noch nicht vortheilhaft ist, mit anderen Worten: es ist dasjenige Verhältniß der + und — Schüsse zu errechnen, welches eintritt, wenn die Flugbahn um so viel Meter vor oder hinter der Krete liegt, als $^1/_2/_{16}$ die Flugbahn der Länge nach verlegt. So würden z. B. bei der 15$^{cm.}$ Ringkanone auf 1500$^{m.}$ statt 50 pCt. + und — Schüsse bei genauer Lage der mittleren Flugbahn durch die Krete, im ungünstigsten Falle, bei Lage der Flugbahn 15$^{m.}$ vor oder hinter der Krete, soviel Procent mehr oder weniger als 50 vor oder hinter der Feuerlinie zu erwarten sein, als Treffer in den Raum von 15$^{m.}$ gehen. Nach den Angaben der Schußtafel sind dies annähernd 34 pCt. Man hätte demnach statt des Verhältnisses 50 : 50 oder 1 : 1 zu erwarten 84 : 16 bezw. 16 : 84 oder annähernd 5 : 1 bezw. 1 : 5.

In nachstehender Tabelle finden sich für die verschiedenen Geschütze von 800—2000$^{m.}$ Entfernung diejenigen Maße in Meter, um welche $^1/_2/_{16}$ die Flugbahn der Länge nach verlegt und daneben die Verhältnißzahl der + und — Schüsse, welche bei einer Lage der Flugbahn um jenes Maß vor oder hinter der Krete statt 1 : 1 zu erwarten ist.

Entfernung.	9 cm. Bronzekanone C/72. 0,8kg. Ladung.		schweres Feldgeschütz.		12 cm. Kanone C/73. Granaten.		12 cm. Kanone C/73. Langgranaten.		15 cm. Kanone. Granaten 3,2kg. L.		15 cm. Kanone. Langgranaten 2,5kg. L.		15 cm. Ringkanone.		kurze 15 cm. Kanone	
m.	m.	°/.	m.	°/.	m.	°/.	m.	°/.	m.	°/.	m.	°/.	m.	°/.	m.	°/.
800	10	1 : 5	16	1 : 7	9	2 : 7	9,5	2 : 9	12	1 : 7	10,5	1 : 4	18,5	1 : 16	6,5	2 : 9
900	9,5	1 : 4	15,5	1 : 7	9	2 : 7	9,5	2 : 9	12	1 : 6	10,5	2 : 7	18	1 : 16	6,5	1 : 4
1000	9,5	2 : 7	15	1 : 7	8,5	1 : 3	9	2 : 9	11,5	1 : 5	10	1 : 3	17,5	1 : 11	6,5	1 : 4
1100	9	2 : 7	14,5	2 : 11	8,5	1 : 3	9	2 : 9	11,5	1 : 5	10	1 : 3	17	1 : 9	6,5	2 : 7
1200	9	2 : 7	14	1 : 5	8	3 : 8	8,5	2 : 7	11	2 : 9	10	1 : 3	16,5	1 : 8	6	3 : 8
1300	9	1 : 3	13,5	2 : 9	8	3 : 7	8,5	1 : 3	11	2 : 9	9,5	3 : 8	16	1 : 7	6	3 : 8
1400	8,5	1 : 3	13	2 : 9	8	3 : 7	8,5	1 : 3	10,5	2 : 7	9,5	3 : 8	15,5	2 : 11	6	3 : 8
1500	8,5	1 : 3	12,5	1 : 4	7,5	1 : 2	8	1 : 3	10,5	2 : 7	9,5	3 : 7	15	1 : 5	6	3 : 8
1600	8	3 : 7	12	2 : 7	7,5	1 : 2	8	1 : 3	10	1 : 3	9	3 : 7	14,5	2 : 9	5,5	3 : 8
1700	8	3 : 7	11,5	1 : 3	7,5	1 : 2	8	1 : 3	10	1 : 3	9	1 : 2	14	2 : 9	5,5	1 : 2
1800	8	3 : 7	11	1 : 3	7	4 : 7	7,5	3 : 7	10	1 : 3	9	1 : 2	13,5	1 : 4	5,5	1 : 2
1900	7,5	3 : 7	10,5	3 : 8	7	4 : 7	7,5	3 : 7	9,5	3 : 8	9	1 : 2	13,5	1 : 4	5,5	1 : 2
2000	7,5	1 : 2	10	3 : 8	7	3 : 5	7,5	3 : 7	9,5	3 : 8	8,5	1 : 2	13	2 : 7	5	4 : 7

Es ist klar, daß bei solch ungünstiger Lage der Flugbahn die dichteste Gruppe der Schüsse entweder soweit hinter der Krete liegt, daß ihre Wirkung gar nicht in Rechnung kommt, oder so kurz liegt, daß sie nur insofern auf das Zerstören der Brustwehr einwirken kann, als sie ein Durchbrechen des Erdkörpers von der vorderen Brustwehrkrete aus begünstigt.

So würde z. B. bei der 15cm. Ringkanone auf 1500m. die um $^{1}/_{2}/_{16}$ = 15m. zu kurze Lage der Flugbahn in Anbetracht des Kalibers und der Endgeschwindigkeit vorzüglich zu dem obigen Zwecke liegen, da die mittlere Flugbahn durch die Mitte der Brustwehrhöhe geht (Fallwinkel = 3,5°) und etwa 70 pCt. aller Schüsse den Brustwehrkörper treffen müssen. Nun ist aber das Durchbrechen einer bis zu 9m. starken Brustwehr, trotzdem sich die rasante, gegen verticale Ziele verhältnißmäßig gut treffende Flugbahn unserer Demontirgeschütze am besten dazu eignet, eine sehr schwierige Aufgabe, die neben einer sehr genauen Seitenrichtung ein bedeutendes Quantum Munition und dementsprechend Zeit erfordert. Wenn man in der Gebrauchsschußtafel der 15cm. Ring-

kanone allerdings liest, daß bei etwa 390m· Endgeschwindigkeit 7 Treffer mit scharf geladenen Langgranaten genügten, um eine 6m· starke Sandbrustwehr zu durchschlagen und ein Gleiches bei der kurzen 15cm· Kanone mit 18 Treffern erreicht wurde, so könnte dies zu kühnen Hoffnungen bezüglich der Leichtigkeit des Durchbrechens verleiten, wenn nicht die Schußtafel lehrte, daß 390m· Endgeschwindigkeit einer Entfernung von 700m· entspricht und daß die kurze 15cm· Kanone auf 450m· ihr obengenanntes Resultat erreichte. Wir haben keine Berechtigung anzunehmen, daß im Ernstfalle unsere Geschütze so nahe an den feindlichen Batterien stehen, dagegen die häufige Erfahrung, daß auf den kriegsmäßigen Entfernungen von 1000 und 1500m· (für die Ringkanone) ein regelrechtes Durchbrechen selbst bei Aufwand von über 100 Schuß und richtigem Verfahren nicht erfolgte.

Die Ursache liegt zum Theil in der Seitenstreuung der Geschütze, welche veranlaßt, daß ein vorher erschossenes Loch durch den folgenden, vielleicht 1m· rechts oder links sitzenden Schuß zum größten Theil wieder zugeworfen wird, auch ist die sehr große Stärke der Brustwehr ein Grund der nicht ausreichenden Wirkung. Im Uebrigen bleibt es einem thätigen Vertheidiger unbenommen, selbst während des Schießens die langsam näher kommende Rille immer wieder zu verfüllen. Was aber ist schließlich erreicht, wenn die Rille nach stundenlangem Schießen mit großem Munitionsaufwand zum Durchbruch kommt? Wird der Vertheidiger sein Geschütz vor der stundenlang vorher erkannten Durchbruchsstelle stehen lassen? Was hindert ihn, es bei Seite zu schieben, so weit, daß es durch den Durchbruch der Brustwehr nicht geschädigt wird, es auch vielleicht am Abend nach durchbrochener Rille zur Freude des Feindes schweigen zu lassen, um in der Nacht die Rille zuzuwerfen und am andern Morgen — nicht zur Freude des Feindes — das Feuer aus dem nämlichen Geschütz wieder zu eröffnen? Wer beschäftigt denn, während die 6 Geschütze das eine feindliche beschießen, die fünf anderen Geschütze des Feindes? Doch nicht etwa fünf andere diesseitige Batterien? So viel Uebergewicht an Material und Personal hat weder Vertheidiger noch Angreifer; die Ueberlegenheit muß in der Vorzüglichkeit des Materials, des Schießverfahrens und der Ausbildung gesucht werden. Es liegt auf der Hand, daß an ein Durchbrechen gar nicht zu denken ist, wenn die feindliche Batterie als Brustwehr das Terrain hat, in-

dem als Knie ein natürlicher Abhang 2c. benutzt wird. Derartige Fälle mögen im Kriege wohl häufig vorkommen.

Somit weist die praktische Nothwendigkeit und auch der Sinn der Schießregeln darauf hin, daß das Zerstören der Brustwehr nicht im Durchbrechen, sondern im Abkämmen derselben vor dem feindlichen Geschütz zu suchen ist.*)

Auch hier treten die oben angeführten Uebelstände auf, welche die rasante Flugbahn mit sich bringt, die vielfach ungünstige und nicht zu verbessernde Lage des mittleren Treffpunktes, die Schwierigkeit der Beobachtung und die nothwendige Konzentration des Feuers.

---

*) Auf die Richtigkeit und Wichtigkeit dieser Vorschrift bleibt zur Bewahrung vor Mißgriffen ausdrücklich hinzuweisen.

Das Abkämmen wird erreicht, wenn das Geschoß stets vom obersten Theil der Brustwehr möglichst viel Erdreich fortreißt oder wegsprengt. Ist die hierfür erforderliche Trefffähigkeit vorhanden und dies Fortreißen und Wegsprengen durch die Bodenbeschaffenheit begünstigt, so kann das Abkämmen sich überraschend erfolgreich gestalten.

Für die glatten Geschütze sind die zum Abkämmen erforderliche Trefffähigkeit und Wirksamkeit der Geschosse, der Regel nach, als nicht vorhanden zu betrachten, und muß ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß jeder gegen die Brustwehrkrone zu hoch oder zu tief gehende Schuß für diesen Zweck völlig verloren ist. An ein Durchbrechen der Brustwehr mit gegen ihre Krone zu tief gehenden und darin stecken bleibenden Geschossen, selbst wenn deren Sprengwirkung nach rückwärts zu Tage tritt, darf nicht gedacht werden.

Soll das Abkämmen, nämlich das Fortreißen und Wegsprengen des obersten Theils der Brustwehr, an deren vorderer Krone beginnen, so ist hierfür das Ziel ein verticales und das rasante Feuer mit starken Ladungen ungleich wirksamer, als das mit mehr gekrümmten Geschoßbahnen und herabgesetzten Ladungen. Ein möglichst baldiges und vollständiges Abkämmen erscheint hierbei als Hauptzweck. Kommt dagegen das vom Herrn Verfasser befürwortete und nicht hoch genug zu schätzende Schießen mit stärker gekrümmten Geschoßbahnen und hierfür herabgesetzten Ladungen zur Anwendung, so wird ein sofortiges Treffen gegen das rasante Feuer gedeckter Gegenstände erreicht und durch die gegen diese zu kurz gehenden Schüsse der Beginn des Abkämmens mit dem Fortreißen und Wegsprengen der hintern Brustwehrkrone der Regel nach herbeigeführt. Vorherrschend wird die zuletzt gedachte Art des Abkämmens sein, aber auch die zuerst gedachte vorkommen können, wie z. B. bei dem Bloßlegen einer durch eine Brustwehr gedeckten Mauer, welche durch direktes Feuer in Bresche gelegt werden soll.

Die Redaktion.

Außerdem verdienen noch folgende Umstände Beachtung. Das Abkämmen der Brustwehr, also das Wegschießen eines Erdkeils an der Feuerlinie vor dem feindlichen Geschütz wird um so eher und besser erreicht werden, je tiefer das Geschoß vor der Krete in die Brustwehr dringt. Je größer der Fallwinkel, um so größer wird unter sonst gleichen Verhältnissen der Erdkeil, welcher weggeschossen wird; um so eher und um so mehr wird also das Geschütz frei gelegt.

Nun haben aber die 12^{cm}, $15^{cm.}$ und $15^{cm.}$ Ringkanonen auf ihren größten Demontirentfernungen erst Fallwinkel von 5,6°, bezw. 5°, bezw. 3,5°, Winkel, die so klein sind, daß die Geschosse, wenn sie auf der Krone aufschlagen, in der Regel nicht eindringen, sondern nur eine kurze flache Furche ziehen und dann, ohne einen sonderlichen Eindruck zu hinterlassen, krepiren. Vielfach beobachtet man sogar, daß das Geschoß auf der Krone aufsetzt und dann erst im ersten Sprunge krepirt, ein Umstand, der sich durch die große Endgeschwindigkeit bei dem kleinen Fallwinkel erklärt. Die Zeit, welche zum Functioniren der Zündvorrichtung und Entzünden der Sprengladung nöthig ist, scheint länger zu sein, als diejenige, welche das Geschoß braucht, die oben beschriebene Furche zu machen und abzuprallen. Dieser Uebelstand hat auch mehreremale zu falschen Beobachtungen und dadurch zu falschem Einschießen geführt.

Es ist ferner klar, daß zum Abkämmen der Brustwehr es erwünscht sein muß, möglichst viele Treffer dicht in die Nähe der deckenden Krete auf die Brustwehr zu erhalten. Damit ergiebt sich das Abkämmen als Schießen gegen ein **horizontales** Ziel, und man wird also mit dem Geschütz am meisten leisten, welches die größte Treffwahrscheinlichkeit gegen horizontale Ziele hat. Es liegt aber in der Natur der Flugbahnen begründet und wird durch einen Blick in die Schußtafeln bestätigt, daß im Allgemeinen diejenigen Geschütze, welche eine große Treffwahrscheinlichkeit gegen vertikale Ziele besitzen eine um so geringere gegen horizontale Ziele haben.

Während z. B. auf $1200^{m.}$

die $15^{cm.}$ Ringkanone	0,8	m. Zielhöhe für 50 pCt. Treffer gebrauchen, be-	$18^{m.}$	2^{11}°	Fallwinke
" " " Kanone mit Granaten	0,9		$17^{m.}$	3^{6}°	"
" 12 " " " Langgranaten	1,0		$15^{m.}$ bei	4^{2}°	"
" 9 " Bronzekanone C/72	1,3	dürfen sie für 50 pCt. Treffer nach der Länge	$16^{m.}$	4^{10}°	"
" kurze 15^{cm} "	1,4		$13^{m.}$	6^{9}°	"

Hiernach wäre die kurze 15$^{cm.}$ Kanone zum Abkämmen am geeignetsten. Eine nähere Betrachtung der Treffsähigkeitstabelle dieses Geschützes ergiebt aber noch als ferneres günstiges Moment, daß sich die Trefferprocente mit Abnahme der Ladung steigern, also auch den Vortheil eines größeren Fallwinkels mit sich bringen.

Die Schießregeln verlangen zwar beim Demontiren nicht direkt die Gebrauchsladung, sagen aber an einer anderen Stelle (II. Schießen gegen gedeckte Ziele al. 2):

> „Grundsatz ist, stets die zulässig größte Ladung anzuwenden. Eine geringere Ladung könnte nur dann vortheilhaft sein, wenn bei noch genügender Endgeschwindigkeit eine größere Trefferzahl wahrscheinlich ist."

Dieser Fall trifft hier zu; denn das feindliche Geschütz ist ein gedecktes Ziel und die Endgeschwindigkeit genügt noch vollständig.

Würde man also mit derjenigen Ladung schießen, welche die größte Treffwahrscheinlichkeit gegen horizontale Ziele ergiebt, so würden sich folgende Ladungen ergeben:

Auf 800$^{m.}$ 1,2$^{kg.}$, da 50 pCt., nur 8$^{m.}$ Ziellänge gegen 10$^{m.}$ bei 1,5$^{kg.}$ erfordern,
= 1000 = 1,1 = = = = = 9 = = = 11 = = = = =
= 1200 = 1,2 = = = = = 11 = = = 13 = = = = =
= 1500 = 1,1 = = = = = 13 = = = 14 = = = = =
= 1800 = 1,3 = = = = = 16 = = = 17 = = = = =
= 2000 = 1,5 = eine Vergrößerung der Treffwahrscheinlichkeit durch Verminderung der Ladung von dieser Entfernung an nicht mehr eintritt. Man kann aber, da die geringste Ziellänge für 50 pCt. auch bei weiterer Abnahme der Ladung noch konstant bleibt, unbeschadet der Treffwahrscheinlichkeit noch weiter mit der Ladung zurückgehen, z. B. bei 800$^{m.}$ bis 0,75$^{kg.}$ mit 9^{8}° Fallwinkel

1000 = = 0,85 = = 10^{7}° =
1500 = = 1,0 = = 13^{6}° =
2000 = = 1,0 = = 19^{3}° =

Die Vortheile sind klar:

1) Die Treffwahrscheinlichkeit wird größer, also ist auch ein besseres Abkämmen der Brustwehr zu erwarten und größere Möglichkeit vorhanden, direkte Treffer auf Laffete, Räder und Bedienung zu erhalten;

2) $^{1}/_{16}$° verlegt um kleinere Entfernungen; eine ungünstige Lage der Flugbahn läßt sich also eher verbessern;

3) möchte der Umstand, daß bei den größeren Erhöhungen die Muldenscharte ganz fortfallen kann (bei 10°), nicht unerheblich sein. Bei 5° Erhöhung erreicht die Sohle der nöthigen Muldenscharte noch die vordere Brustwehrkrete bei 9$^{m.}$ Stärke des Erdkörpers.

Wenn man sich mit gleicher Treffwahrscheinlichkeit wie bei der Gebrauchsladung begnügt, so kann man mit der Ladung noch weiter zurückgehen. Dieselbe würde z. B.:

auf 800$^{m.}$ 0,6 $^{kg.}$ mit 12^{7}° Fallwinkel
„ 1000$^{m.}$ 0,65 „ „ 14^{8}° „
„ 1200$^{m.}$ 0,7 „ „ 16^{2}° „
„ 1500$^{m.}$ 0,85 „ „ 16^{9}° „ und
„ 2000$^{m.}$ 1,0 „ „ 19^{3}° „ betragen.

Würde man eine Ladung wählen, die auf der betreffenden Entfernung mindestens einen Fallwinkel von 20° ergäbe, so dürfte man sogar Treffer auf die Bettung (bei 6$^{m.}$ Länge) erwarten und hätte damit einen Vortheil erreicht, der weiter unten näher besprochen werden soll. Man trage in das Profil einer Batterie die Lage der Flugbahnen und die Ausbreitung der mittleren Längenstreuung bei der kurzen 15$^{cm.}$ Kanone auf 1500^{m} bei 0,7$^{kg.}$ Ladung und über 20° Fallwinkel, sowie bei der 15$^{cm.}$ Ringkanone auf gleicher Entfernung bei der Gebrauchsladung und 3,5° Fallwinkel.

Die kurze 15$^{cm.}$ Kanone hat 16, die Ringkanone 20$^{m.}$ Längenstreuung. Diese Zeichnung zeigt auf den ersten Blick, wie bedeutend das Geschoß der kurzen 15$^{cm.}$ Kanone gegen die Brustwehr wirken kann und dadurch im Stande ist, die Treffer in den Batteriehof noch zu vermehren.

Wie nun, wenn man sich zwei Batterien gegenüber denkt, die eine mit Ringkanonen, die andere mit kurzen 15$^{cm.}$ Kanonen unter 20° Fallwinkel feuernd? Die Ringkanonen-Batterie ist gezwungen, Scharten bis tief in die vordere Brustwehrböschung einzuschneiden und dadurch bedeutend an Deckung aufzugeben, während die andere Batterie bei Erhöhungen ihrer Rohre von 19^{2}° ohne Weiteres im Stande ist, die normale Brustwehr von 2,4$^{m.}$ Höhe auf mindestens 3$^{m.}$ Höhe zu bringen, so daß das Geschütz vollständig gedeckt ist und auch nicht einmal Aussicht für die Ringkanone ist, ihre obenberechneten 11 pCt. Treffer gegen das vertikale Ziel von 0,62 □$^{m.}$ zu erreichen.

Das vorgeschlagene Verfahren des Demontirens mit kleinen Ladungen hat neben den angeführten Vortheilen zwei Nachtheile.

1) Die Endgeschwindigkeit des Geschosses ist bedeutend geringer, als bei der Gebrauchsladung. Indeß genügt sie vollständig für die Wirkung gegen Erde, Laffete und Bettnng, auch ist anzunehmen, daß sie gegen das Rohrmetall ausreicht. Man hat neben der Endgeschwindigkeit doch auch noch das Geschoßgewicht in Betracht zu ziehen, wenn auch erstere in der Formel $\frac{pv^2}{2g}$ im Quadrat vorhanden ist, während das Gewicht nur einfach steht. So hat z. B. die 12cm. Bronzekanone C/73 mit Langgranaten auf 1200m. 272m., dagegen die kurze 15cm. Kanone nur 226m. Endgeschwindigkeit; die totale lebendige Kraft beträgt aber für die 12cm. Langgranate nach obiger Formel 57mt., während das 15cm. Geschoß 72mt. erreicht und erst bei 1,2kg. Ladung auf obiger Entfernung mit nur 202m. Endgeschwindigkeit aber 58mt. lebendiger Kraft dem 12cm. Geschoß in der Leistung annähernd gleichkommt. Es ist der Fall dagewesen, daß eine 15cm. Langgranate mit 167m. Endgeschwindigkeit = 39mt. lebendiger Kraft (kurze 15cm. Kanone 1400m. mit 0,9kg. Ladung) ein bronzenes 12cm. Zielgeschütz traf und die Seelenwand desselben um ca. 3cm. nach innen drückte.

Uebrigens kommt es bei der Möglichkeit, direkte Treffer auf Laffete und Bettung, überhaupt in den Batteriehof zu erhalten, weniger auf Endgeschwindigkeit an, wie später nachgewiesen werden soll.

2) Ein weiterer Nachtheil liegt in dem Umstande, daß die Rohre bei kleinen Ladungen mehr verbleien und verschmutzen. Dieser Uebelstand trat bei den Weichbronze-Rohren in einer Weise auf, daß ein fortwährendes Zurückschießen eintrat und nur durch häufige Wasserschüsse diesem Nachtheil in ausreichender Weise abzuhelfen war. Bekanntlich hat der 21cm. Mörser, zur Zeit das wirkungsvollste und verhältnißmäßig am besten schießende Positionsgeschütz, früher so stark unter der Verbleiung und Verschmutzung gelitten, daß er selbst stärkeren Korrektnren nicht mehr folgte. Seit Verwendung der Hartbronze als Rohrmaterial ist aber das Verbleien und Verschmutzen in weit geringerem Maße vorgekommen. Der 21cm. Mörser z. B. zeigt jetzt geringere Streuungen als die schußtafelmäßigen und folgt den Korrekturen bis zu $^1/_{16}$°. Auch die

kurze 15$^{cm.}$ Hartbronze-Kanone hat bei einschlägigen Versuchen mit kleinen Ladungen sich vollständig schußtafelmäßig verhalten.

Sonach vermeidet von unseren Kanonen die kurze 15$^{cm.}$ Kanone am ehesten die Nachtheile, welche im Vorstehenden als die Ursachen der geringen Wirkung beim Demontiren vorgeführt wurden, und zwar thut sie dies sowohl bei Verwendung der Gebrauchsladung, als auch in noch höherem Maße bei Anwendung kleinerer Ladungen.

Wenn trotz der hier aufgeführten nachtheiligen Einflüsse der rasanten Flugbahnen beim Demontiren von gedeckt aufgestellten Geschützen auf unseren Schießplätzen oft verhältnißmäßig bessere Resultate erreicht wurden und auch aus den Belagerungen des Krieges 1870/71 zum Theil auffallend gute Resultate gegen die Vertheidiger bekannt sind, so darf zunächst letzteres nicht Wunder nehmen bei den damals obwaltenden Verhältnissen. Der Vertheidiger feuerte noch zum Theil durch tiefe Scharten, und besonders war es bei den Festungen ohne detachirte Forts vielfach möglich, die feindlichen Geschütze in der Flanke und sogar im Rücken zu fassen, Vortheile, welche sich bei neueren Festungen nicht mehr bieten werden.

Beim Schießen auf unseren Schießplätzen sind die Ziele vielfach wegen der nöthigen Belehrung und aus anderen Gründen leichter zu beschießen, wie diejenigen, welche sich uns im Ernstfalle bieten werden. Wir werden nicht immer auf der bekannten Demontirentfernung von 1000—1200$^{m.}$ von der feindlichen Batterie stehen, sondern sehr oft auf größeren Entfernungen die zweite Artillerieaufstellung wählen müssen. Noch viel seltener wird sich uns ein so bekanntes Werk wie das Uebungswerk oder eine so frei daliegende Batterie wie die Zielbatterie bieten. Wir werden meistens gezwungen sein, gänzlich verdeckt liegende Ziele zu beschießen, bei denen es bedeutend schwieriger sein wird, Rauchwolken anzuschneiden, seitliche Beobachter aufzustellen und mit diesen eine so ungestörte Verbindung zu behalten, wie auf dem Schießplatz. Feuerleitung und Beobachtung wird durch das Feuer der eigenen Nachbarbatterien, sowie durch das feindliche Geschützfeuer sehr erschwert werden. Es mag leicht vorkommen, daß eine Batterie sich nach den Rauchwolken ihrer eigenen Granaten oder derjenigen einer Nachbarbatterie einschießt, indem die Concentration des Feuers Irrthümer in der Beobachtung herbeiführt.

Hierzu kommt noch die moralische und physische Wirkung des feindlichen Feuers und der Umstand, daß wir, besonders wenn wir in die Lage kämen, unsere Festungen vertheidigen zu müssen, mit weniger geübtem Personale zu rechnen haben, als unsere Kompagnien auf dem Schießplatz bieten. Es liegt auf der Hand, daß im Kriege die Treffresultate beträchtlich geringer ausfallen müssen, als im Frieden.

Wir kommen zum zweiten Theile unserer Abhandlung. Inwieweit lassen sich bei Anwendung des Verticalfeuers die oben aufgeführten Nachtheile vermeiden und bessere Resultate erwarten?

Es ist klar, daß das Verticalfeuer gegen verticale Ziele nur verschwindende Treffwahrscheinlichkeit besitzt, soweit es sich um das kleine Ziel des feindlichen Geschützes handelt. Es ist aber bereits nachgewiesen worden, daß die verticale Zielfläche, welche ein gedeckt aufgestelltes Geschütz bietet, auch den Kanonen mit rasanter Flugbahn nur geringe Chancen des Treffens bietet und diese durch weitere Uebelstände derartig verringert werden, daß sie kaum in Rechnung zu ziehen sind. Bleiben wir deshalb zunächst beim Zerstören der Brustwehr, so ist bereits klar gelegt worden, wie die kurze $15^{cm.}$ Kanone bedeutend an Wirkung gewinnt, wenn sie sich dem Verticalfeuer nähert. Der $21^{cm.}$ Mörser, dessen Längenstreuungen beim Feuern mit kleinen Erhöhungen (unter 45°) verhältnißmäßig gering sind, zeigt eine Geschoßwirkung, welche unverhältnißmäßig größer ist als bei den rasanten Flugbahnen der Kanonen, und dies liegt weniger in dem größeren Kaliber als in dem großen Fallwinkel begründet. Die $21^{cm.}$ Kanone würde gleiche Wirkung gegen Erde, wie der Mörser, nicht hervorbringen. Einen Beweis hierfür liefert die Tabelle „Wirkung gegen Erde" (S. 228 und 229 der allgemeinen Schußtafeln). Nach derselben ergab die Langgranate der kurzen $15^{cm.}$ Kanone auf $3000^{m.}$ mit $1{,}5^{kg.}$ Ladung und $20^{8\circ}$ Fallwinkel einen Trichter von $63^{cm.}$ Tiefe und $173^{cm.}$ Durchmesser, während das nämliche Geschütz in gleichem Boden auf $2900^{m.}$ mit $1{,}0^{kg.}$ Ladung und $35^{10\circ}$ Fallwinkel einen Trichter von $100^{cm.}$ Tiefe und $200^{cm.}$ Durchmesser erreichte. Noch auffälliger tritt dieser Einfluß des Fallwinkels bei der $12^{cm.}$ Bronzekanone C/72 hervor; die Granate mit $0{,}5^{kg.}$ Sprengladung ergab auf $4100^{m.}$ ($207^{m.}$ Endgeschwindigkeit) einen Trichter von $60^{cm.}$ Tiefe, $120^{cm.}$ Breite und $170^{cm.}$ Tiefe bei $25^{5\circ}$ Fallwinkel, dagegen die Langgranate trotz $1{,}125^{kg.}$ Sprengladung und

213$^{m.}$ Endgeschwindigkeit auf 3500^{m} nur einen Trichter von 40$^{cm.}$ Tiefe, 110$^{cm.}$ Breite und 150$^{cm.}$ Länge bei 19°° Fallwinkel.

Geschosse des 21$^{cm.}$ Mörsers, welche 1$^{m.}$ vor der inneren Krete einschlagen, genügen, um die Schanzkörbe der Brustwehr in den Batteriehof zu werfen und das feindliche Geschütz frei zu legen, während ein solcher Schuß der Ringkanone voraussichtlich bis zu einer Entfernung von 2000$^{m.}$ ohne sonderliche Wirkung gewesen wäre.

Eine ungünstige Lage der Flugbahn, welche durch die kleinste zulässige Korrektur nicht zu beseitigen wäre, ist bei diesen gekrümmten Flugbahnen nicht möglich, da selbst $^{2}/_{16}$—$^{3}/_{16}$°-Korrekturen, denen die Hartbronze-Geschütze auch bei kleinen Ladungen noch sicher folgen, nur um geringe Maße verlegen.

Indeß die Zerstörung der Brustwehr ist beim Verticalfeuer überflüssig, während sie beim rasanten Feuer nothwendiges Mittel zum Zweck ist. Das Verticalfeuer ermöglicht, direkte Treffer hinter die Brustwehr auf das Geschütz, die Bettung, die Unterstände und Geschoßräume ꝛc. zu bringen. Hierdurch erhält unser Ziel eine größere Breite und Tiefe.

Wenn im Anfange gesagt wurde, daß nur die Zerstörung des Materials zum Zweck führt, so ist unter dem Material außer Rohr und Laffete auch vor allem die Bettung zu verstehen. Eine 21$^{cm.}$ Mörsergranate, auch eine 15$^{cm.}$ Langgranate, genügt, eine Bettung so nachhaltig zu zerstören, daß eine neue gestreckt werden muß oder doch eine bedeutendere, Zeit und Material beanspruchende Reparatur nöthig wird. Eine solche Arbeit setzt aber das Geschütz länger außer Gefecht, als wenn Rohr oder Laffete ausgewechselt werden müssen. Sie erfordert auch eine Entfernung des Geschützes von der zerstörten Bettung, wodurch es mehr oder weniger dem feindlichen Feuer ausgesetzt wird. Die Herbeischaffung neuen Bettungsmaterials erfordert ebensoviel Zeit und Kräfte, als das Herbeiholen eines neuen Rohres, jedenfalls aber wird ein Rohr schneller ausgewechselt, als eine Bettung neu gestreckt.

Eine 21$^{cm.}$ Langgranate, welche zwischen zwei Bettungen einer Batterie einschlägt, wirft einen so großen Trichter aus, daß beide Bettungen zum Theil hohl liegen und ihre Rippen und Bohlen, durch die nach oben fliegenden Sprengstücke zerschmettert werden. Ein Schuß genügt, einen Geschoßraum oder Unterstand zu durchschlagen. Bei 50 Schuß aus zwei 21$^{cm.}$ Mörsern auf 2000$^{m.}$ genügten 8 Treffer in den Batteriehof, die Batterie zu 4 Geschützen

derart zu zerstören, daß der Neubau einer Batterie leichter erschien, als die Wiederherstellung der zerstörten. Gegen dieselbe Batterie, bezw. gegen ein Geschütz derselben konzentrirten unter sonst gleichen Verhältnissen zwei 15$^{cm.}$ Ringkanonen und zwei lange 15$^{cm.}$ Ringkanonen ihr Feuer mit zusammen 80 Langgranaten. Der Erfolg war bei durchaus richtiger Beobachtung und sachgemäßem Korrekturverfahren der, daß eine Rille bis an den Schanzkorb vor dem feindlichen Geschütz erschossen wurde. Das Geschütz selbst blieb intakt und außer drei getroffenen Bedienungsmannschaften wäre in der Batterie nichts zu ersetzen gewesen.

Wenn auch die 15$^{cm.}$ Langgranate eine bedeutend geringere Sprengwirkung hat, als die 21$^{cm.}$ Langgranate, so wird doch die doppelte Anzahl von Batteriehoftreffern genügen, um eine Batterie von 4 Geschützen lahm zu legen. Jedenfalls möchte die Tagesmunition einer Battrrie von 6 kurzen 15$^{cm.}$ Kanonen genügen, mindestens eine feindliche Batterie von ebensoviel Geschützen unter Verwendung entsprechend kleiner Ladungen zu demontiren und zwar bis zu 2000—2500$^{m.}$ Entfernung, ein Resultat, was mit der Gebrauchsladung auf solchen Entfernungen nicht zu ermöglichen ist.

Ein nicht zu unterschätzender Vortheil beim Verticalfeuer ist der Umstand, daß es auf eine so genaue Seitenrichtung wie beim Demontiren mit rasanter Flugbahn durchaus nicht ankommt, weil es genügt, wenn die Geschosse nur den Batteriehof treffen; Rohrtreffer sind nicht so sehr erforderlich, da das Verticalfeuer das übrige Material erreichen kann, welches gegen die rasanten Flugbahnen absolut gedeckt ist. Es bedarf also hier der Batterielatte für das Einschießen nicht, sofern sie nicht zur Combination der Beobachtungen mit einer seitlich aufgestellten Latte nöthig wird.

Auch die Beobachtung der Längenabweichungen ist beim Verticalfeuer ungleich leichter, da das steil einfallende Geschoß fast senkrecht aufsteigende Dampf- und Staubwolken aufwirbelt.

Blindgänger wurden bei gleichzeitigem Schießen aus Ringkanonen und Mörsern bei hohem Schnee, bei letzteren mit nur 1 pCt., bei ersteren aber bis zu 45 pCt. beobachtet. Dies läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß bei der rasanten Flugbahn der Geschosse der Ringkanonen diese längere Zeit die hohe Schneeschicht passirten, welche nicht consistent genug war, das Functioniren der

Zündvorrichtung zu bewirken, wohl aber ein Eindringen von Schnee durch das Vorsteckerloch herbeiführte.

Ein weiterer Vortheil besteht darin, daß man beim Verticalfeuer viel weniger Zeit zur Erreichung des Zweckes gebraucht. Während es den beiden Mörsern gelungen war, in einer Stunde die oben genannte Batterie vollständig und nachhaltig zu zerstören, hätte es für die 4 Ringkanonen doch mindestens der vierfachen Zeit bedurft, um die Brustwehr von 4 Geschützen zu durchbrechen; ob dies aber auch genau vor den Geschützen erfolgt wäre, ob der Feind seine Geschütze nicht bei Seite geschoben und dadurch die ganze Arbeit illusorisch gemacht hätte, ist doch mindestens zweifelhaft.

Der Vortheil des Wegfalls der Scharten beim Verticalfeuer, die dadurch erreichte größere Deckung von Material und Personal ist bereits oben erwähnt. Für die leichtere Ausführung des Batteriebaues würde dieser Umstand nicht unwesentlich sein.

Was das Schießverfahren anbelangt, so wird es auch beim Verticalfeuer vortheilhaft sein, die mittlere Flugbahn durch die innere Krete zu legen. Auf diese Weise geht die Hälfte der dichtesten Treffergruppe in den Batteriehof bezw. auf die Unterstände, während sich die andere Hälfte gegen die Brustwehrbekleidung. die Decke der Geschoßräume 2c. richtet. Für das Eingabeln sollen alle Angaben aus der Schußtafel entnommen werden, im Uebrigen aber wie bei Kanonen die weite Gabel mit 200$^{m.}$ (auf bekannter mittlerer Entfernung) gebildet und bis auf 25$^{m.}$ (bei den Kanonen annähernd = $^{2}/_{16}{}^{\circ}$) verengt werden.

Für die kleinen Ladungen der Kanonen ist nur vorgeschrieben, daß bei Verwendung derselben diese Zahlen für das Eingabeln verdoppelt werden sollen.

Ob als kleinste Korrektur für den Mörser $^{4}/_{16}$, bei den kleineren Ladungen desselben $^{8}/_{16}$ zu nehmen sind, weil die Schußtafel diese Maße in der vorletzten Rubrik aufführt, und ob bei den kleinen Ladungen der Kanonen auch die sonst vorgeschriebene kleinste Korrektur von $^{1}/_{16}$ auf $^{2}/_{16}{}^{\circ}$ zu verdoppeln sei, ist aus den Schießregeln nicht ersichtlich. Wenn man aber als Norm annimmt, daß das Maß, um welches die kleinste zulässige Korrektur bei Kanonen der Länge nach verlegt, annähernd dem Maß für die mittlere Längenstreuung entsprechen soll, so findet man, daß allerdings bei der Gebrauchsladung auf kleinen und mittleren Entfernungen $^{1}/_{16}$, auf großen $^{2}/_{16}{}^{\circ}$ dieser Anforderung entsprechen, daß aber bei

kleinen Ladungen die Maße verdoppelt werden müssen. Es beträgt z. B. bei der kurzen 15cm. Kanone auf 1200m. die mittlere Längenstreuung bei 1,5kg. Ladung 13m., und 1/16 ändert die Schußweite um 12m.; bei 0,9kg. Ladung beträgt die mittlere Streuung 11m. und 2/16 verlegen um 12m.; auf 2500m. ist die mittlere Streuung bei der Gebrauchsladung 22m. und 2/16 verlegen um 20m., während bei 0,9kg. 4/16 mit einem Effekt von 16m. das Maß der mittleren Längenstreuung von 26m. nicht erreichen. Allerdings nähert sich hier die kurze 15cm. Kanone mit einem Fallwinkel von 31,4° bereits sehr den Verhältnissen des Mörsers, auf den sich die vorhergehenden Betrachtungen nicht anwenden lassen. Vielmehr können bei diesem Geschütz die kleinsten Korrekturen weit unter dem Maß für die mittleren Längenstreuungen bleiben, weil auch innerhalb dieser Streuung das Geschütz den Korrekturen noch folgt.

Hat man z. B. mit dem 21cm. Mörser mit 2kg. Ladung und Erhöhung unter 45° die Gabel zwischen 1900 und 2000m. zu bilden und schließlich bis auf 1975m. zu verengen, so erhält man für die Entfernungsdifferenz von 2000 und 1975m. eine Erhöhungsdifferenz zwischen 29¹⁴ und etwa 29⁴ = 10/16°. Jetzt könnte analog den Kanonen als kleinste Korrektur nur noch 5/16 eintreten = 12½m. Die mittlere Längenstreuung beträgt aber hier etwa 24m. und um dieses Maß verlegen 12/16°. Der Hartbronzemörser folgt aber augenscheinlich selbst Korrekturen von 2/16—3/16°.

Was die Seitenrichtung anbelangt, wie schon bemerkt, so braucht auf die genaue Beobachtung der Batterielatte nicht soviel Werth gelegt zu werden, wie beim rasanten Feuer, da es genügt, wenn das Geschoß in den Batteriehof einschlägt und gegen die dort befindlichen breiten Ziele wirkt.

Eine Konzentration des Feuers, wie beim Demontiren mit starken Ladungen, würde hier nicht zweckmäßig sein; das Vertikalfeuer verlangt vielmehr Vertheilung des Feuers. Beim 15cm. Kaliber wird es genügen, Geschütz gegen Geschütz feuern zu lassen, beim 21cm. Mörser aber kann eine Batterie von 6 dieser Geschütze in Anbetracht der ungeheuren Wirkung eines einzigen Batteriehoftreffers den Kampf gegen 2—3 Kanonenbatterien zu je 6 Geschützen mit Aussicht auf sichern und baldigen Erfolg aufnehmen.

In wie weit die kurze 15cm. Kanone im Stande ist, auch auf größeren Entfernungen über 2500m. mit kleiner Ladung genügende Resultate gegen Batterien zu erreichen, oder ob es sich empfiehlt,

zur Erhöhung ihrer Trefffähigkeit sie als Kammergeschütz analog wie den, dem Abschluß seiner Construction sich nähernden 9cm. Mörser zu konstruiren, können nur praktische Versuche klar legen. Daß wir die Einstellung eines gezogenen 15cm. Mörsers neben dem 9 und 21cm. Mörser in den Belagerungstrain zu erwarten haben, kann nur mit Freuden begrüßt werden.

Es möchte vielleicht nicht unzweckmäßig sein, durch praktische Versuche darzulegen, ob die kurze 15cm. Kanone eventuell unter Modifizirung ihrer Verschlußconstruction nicht im Stande ist, die Aufgaben des Mörsers neben denjenigen der Kanone zu erfüllen, wie ja auch zur Zeit Versuche darüber schweben, in wie weit der 21cm. Mörser sich zum Breschiren eignet. Bei günstigem Ausfall der Versuche würde sich eine nicht unwesentliche Vereinfachung unseres Geschützmaterials, besonders desjenigen des Belagerungstrains ergeben.

Das Verticalfeuer ist entschieden berufen, eine ausgedehntere Rolle im modernen Festungskriege zu spielen, als ihm bis jetzt zugewiesen wurde, und besonders muß es den Kampf gegen feindliche fertige Geschützaufstellungen durchführen. Die Geschütze mit rasanten Flugbahnen werden dagegen den Kampf meist nur in der ersten Artillerieaufstellung, also auf größere Entfernungen, sowie gegen solche Ziele mit Erfolg ausführen können, welche weniger gut gedeckt sind oder deren Deckung leicht zu zerstören ist. Ebenfalls werden ihnen die durch Shrapnelfeuer zu lösenden Aufgaben besonders auf größeren Entfernungen zufallen; der Entscheidungskampf aber fällt dem Verticalfeuer zu.

M.,
Lieutenant der Fuß-Artillerie.

XVII.

Die Wiener Artillerie im fünfzehnten Jahrhundert.

So unbestimmt und widersprechend die Nachrichten über die Erfindung und erste Anwendung des Schießpulvers auch lauten mögen, so wahrscheinlich es ferner ist, daß die angeblichen Kanonen aus der Zeit vor dem Beginne des vierzehnten Jahrhunderts mechanische Wurfmaschinen oder Apparate für das griechische Feuer waren, und wenn endlich der vielgenannte Konstantin Anklitzen, alias Bartholdus Niger oder Barthold Schwarz eine sehr mystische Persönlichkeit gewesen ist: so steht wenigstens das Eine fest, daß man sich in Deutschland gleich anfänglich mit dem größten Eifer der neuen Erfindung zugewendet und dieselbe trotz aller Hindernisse, welche das Vorurtheil, der primitive Stand aller technischen Wissenschaften und der unentwickelte internationale Verkehr bereiteten, in ziemlich kurzer Zeit auf einen verhältnißmäßig hohen Grad der Ausbildung gebracht hat. Mit Recht darf darum Deutschland als die Wiege der Artillerie betrachtet werden, wenn auch in anderen Ländern, namentlich in Italien, sehr Rühmliches geleistet wurde.

Die Fortschritte, welche von 1320 bis 1400 sowie im fünfzehnten Jahrhnndert gemacht wurden, mögen bedeutender als jene im sechszehnten Jahrhundert erscheinen, während man im siebzehnten Jahrhundert sogar von einem Rückschritte sprechen darf, wenn man die Hülfsmittel betrachtet, welche in früherer und in späterer Zeit zu Gebote standen.

War auch in den verschiedenen Ländern ein verschiedener Entwickelungsgang zu bemerken, so fand doch überall die eigenthümliche Erscheinung statt, daß die Artillerie vorzugsweise nur von den Städten gepflegt und vervollkommnet wurde. Es konnte auch nicht

anders sein. In den Städten fanden sich die Handwerker und Künstler, welche die Geschütze nicht nur bedienen, sondern auch erzeugen konnten.

Die Schwerfälligkeit und geringe Wirkung der damaligen Feuerwaffen, wohl auch die Abneigung des Ritterthums gegen dieselben und manche andere Ursache ließen vorläufig die Verwendung der Artillerie im Feldkriege nicht zu, wogegen sie bei der Vertheidigung der Städte gleich anfangs gute Dienste leistete, zumal hier die geringe Treffsicherheit ohne Nachtheil durch die Vergrößerung des Kalibers ausgeglichen werden konnte. Und endlich fehlte es besonders den größeren handeltreibenden Städten nicht an Geld, was bei dem Adel und den Fürsten nicht immer der Fall war. Dazu kam noch, daß die Städte in ihrem Wetteifer mit ihren Nachbaren dieselben durch ihre bessere und zahlreichere Artillerie zu überbieten suchten.

War die Reiterei hauptsächlich die Waffe des Adels und stützten die Landesherren ihre Macht mehr und mehr auf das Fußvolk (die schwarze Legion des Königs Mathias, die Schotten Ludwigs XI., Schweizer und Landsknechte), so durfte die Artillerie mit Recht die Waffe der Städte genannt werden.

Die Chroniken der größeren Städte liefern darum auch das reichhaltigste und verläßlichste Material für die Geschichte der Artillerie während der Periode ihrer ersten Entwickelung.

In Deutschland galt dieses in um so höherem Grade, als sich die Städte gerade zu dieser Zeit eines besonderen Reichthumes und großer Macht erfreuten, aber auch mit ihren städtischen Rivalinnen, mit den verschiedenen Landesherren, auch wohl mit dem Reichsoberhaupte selbst und mit dem vom Stegreife lebenden und darum ihren Handel arg schädigenden Landadel in fortwährender Fehde lagen.

Vor Allen waren es die reichen Handelsstädte Augsburg und Nürnberg, welche sich in frühester Zeit um die Entwickelung der Artillerie hoch verdient machten. Mehrere der wichtigsten Erfindungen auf artilleristischem Gebiete sind Bürgern dieser beiden Städte zu verdanken. Ihnen reihten sich in West- und Süddeutschland Straßburg, Mainz, Ulm und Würzburg, im Norden aber die Hansestädte, unter diesen wieder namentlich Lübeck in würdiger Weise an.

Merkwürdig erscheint es, daß Karl IV., der doch sonst für sein

Stammland Böhmen und dessen Kriegswesen so viel that, der Artillerie gar keine Aufmerksamkeit zuwendete. Erst unter seinem Sohne Wenzel wird nach verbürgten Nachrichten einer Kanone in Böhmen gedacht. Es dürfte eben deshalb die Angabe, daß in der Schlacht bei Crecy Geschütze verwendet wurden, sehr zu bezweifeln sein. Karl IV., der diese Schlacht mitkämpfte und durch Feuergeschütz (?) am Fuße verwundet worden sein soll und also die Gefährlichkeit der neuen Waffen an sich selbst erprobt hätte, würde gewiß seine Aufmerksamkeit darauf gelenkt und sich in den Besitz einer Artillerie gesetzt haben.

Eine besonders wichtige Rolle spielte das Artilleriewesen auch in Breslau, wiewohl dieser Eifer der Stadt sehr viel Unheil brachte. Denn nicht leicht ist eine Stadt durch Pulverexplosionen und Unfälle durch das Zerspringen von Geschützen u. s. w. so oft heimgesucht worden. Die Geschichte der Stadt zählt bei dreißig derartige Unglücksfälle auf.

Desto spärlicher sind die Nachrichten über das Artilleriewesen in den deutsch-österreichischen Provinzen und in der That scheinen weder die österreichischen Herzöge noch die Städte in Oesterreich, Steiermark, Kärnthen und Tirol sich bis zum Ende des vierzehnten Jahrhunderts mit der Sache beschäftigt zu haben. Die Größe und Abgerundetheit dieser Länder, in deren Gebiet sich überhaupt keine unabhängigen Enclaven befanden, die gegenüber den deutschen Reichsstädten auffallende Unbedeutenheit der Städte und die größere Machtvollkommenheit des Landesherrn mochten die Veranlassung sein, daß man auf diesen neuen Faktor des Kriegswesens nicht achtete und auch darauf verzichten konnte, zumal man im Felde bei einem Kriege mit den großen Nachbarländern von den Feuerwaffen bei ihrem damaligen Zustande keinen Gebrauch machen konnte oder machen zu können glaubte.

Allerdings wird schon bei der Fehde, in welcher Herzog Leopold III. von Steiermark sich in den Besitz der bisher von dem Gebieter von Padua behaupteten Valsugana setzte, der von beiden Theilen gebrauchten Feuerwaffen gedacht (1373), und noch unbestreitbarer erscheinen die Angaben über die in dem Kriege von Chioggia (1378—1381), an welchem sich der genannte Herzog ebenfalls betheiligte, verwendeten Geschütze. Doch hat es sehr den Anschein, daß man, so gut man sich der neuen Waffen jenseits der Alpen zu bedienen wußte, dieselben doch nicht in die Heimath über-

trug, sondern als ein „den Wälschen" eigenes und eben nur für Wälschland passendes Kampfmittel betrachtete. Denn thatsächlich wird in keinem der sogenannten innerösterreichischen Länder vor dem Jahre 1400 der Geschütze erwähnt.

Mit dem Beginne des fünfzehnten Jahrhunderts änderte sich die Sache, was jedoch nur zum Theile der unleugbaren Vervollkommnung der Feuerwaffen, weit mehr aber den sich vollziehenden Aenderungen der politischen und sozialen Verhältnisse in diesen Ländern beizumessen war. Denn der in Böhmen ausgebrochene blutige Religionskrieg äußerte seine zerstörenden Wirkungen weit über die Grenzen dieses Landes hinaus, es folgten langwierige Kriege mit den Nachbarländern oder (nachdem Ungarn und Böhmen für kurze Zeit unter österreichische Herrschaft gekommen waren) für dieselben und Kriegszüge gegen einzelne sich auflehnende Magnaten. Die Städte fuhren fort an Größe und Reichthum zuzunehmen und begannen sich gegenseitig zu befehden oder wohl auch nach gänzlicher Unabhängigkeit zu streben.

Während dieser Fehden und Unruhen bildete sich aber auch ein Raubritterunwesen aus, wie es in solch riesiger Ausdehnung weder in diesen Ländern, noch schwerlich anderswo erlebt worden war. Abgedankte Söldner vereinigten sich in riesige Banden, welche sich in den Besitz der festen Schlösser setzten und sich von da aus die ganze Umgegend zinsbar machten, bis endlich die Bürger sich aufrafften und in langwierigen Kriegszügen die Raubnester der Reihe nach brachen. Schon hierdurch und da die Herzöge wiederholt die Hülfe der Städte in Anspruch nahmen, wurden letztere gezwungen, sich angelegentlich mit dem Geschützwesen zu befassen.

Wien ging in dieser Beziehung allen übrigen Städten voran. Wohl sind die Nachrichten über den Zustand und die Entwickelung des Wiener Artilleriewesens sehr dürftig und haben bisher nur wenig Beachtung gefunden. Sie sind aber schon deshalb von großer Wichtigkeit, weil in ihnen der Anfang der Geschichte der österreichischen Artillerie zu finden ist. Denn die Geschütze und Büchsenmeister, welche die Stadt Wien beistellte, waren thatsächlich die einzige Artillerie, über welche Albrecht II. und Friedrich IV. verfügen konnten und auch in späterer Zeit, als Maximilian I. sich eine eigene Artillerie geschaffen hatte, konnte und wollte dieser Kaiser die Mitwirkung der Wiener Artillerie nicht wohl entbehren.

Von den 72 Geschützen, welche bei der ersten Türkenbelagerung auf den Wällen Wiens standen, gehörte weitaus der größere Theil der Stadt an und auch aus den Listen über den Geschützstand späterer Zeiten läßt sich oft schwer entnehmen, was davon der Stadt oder dem Kaiser gehörte.

Wie schon angedeutet, findet sich in den deutsch-österreichischen Ländern keine bestimmte Spur von einer vor dem Jahre 1400 bestandenen Artillerie oder es war das etwa vorhandene Material so geringfügig, daß es von den gleichzeitigen Chronisten ganz mit Stillschweigen übergangen wurde. Es scheint aber, daß man sich wenig um die im Auslande gemachten Fortschritte gekümmert, sondern gewissermaßen von Anfang angefangen habe und dann einen eigenen Weg weiter ging. Dafür spricht der im Wiener Arsenal befindliche sogenannte „türkische" Mörser. Derselbe stammt aus Steiermark und aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem ersten Drittel des fünfzehnten Jahrhunderts und ist eine ungeheuere geschmiedete Bombarde, wie sie in Deutschland in der Zeit von 1370 bis 1410 üblich waren.

Auch die ersten Geschütze, welche Wien besaß, waren aus Eisen geschmiedet, wenn auch, wie nach verschiedenen Anzeichen geschlossen werden muß, ihre Construction eine ungleich vorzüglichere als jene des vorerwähnten gigantischen Mörsers war. Man besaß Geschütze, die sich nicht nur durch die Kalibergröße, sondern auch durch die Länge und Gestalt der Bohrung wesentlich unterschieden. Es gab kurze Kanonen von großem Kaliber mit und ohne Kammern, kurze und lange Stücke von kleinem Kaliber und Mörser von sehr verschiedenem Kaliber, was sich aus der Beschreibung leicht erkennen läßt, wenn auch die Namen sehr verschieden und abweichend lauteten. Die ersten metallenen Geschütze werden im Jahre 1444 erwähnt und 1472 wurde bereits eine eigene „Gießhütte" für Geschütze auf dem heutigen Salzgries erbaut und ein besonderer städtischer Stückgießer bestallt.

Die Geschützfabrikation scheint übrigens ziemlich schwungvoll betrieben worden zu sein, da es sich constatiren läßt, daß nicht nur die Wiener Geschützgießer, sondern auch schon die Geschützschmiede öfter Geschütze für die kleineren Städte im Inlande und auch nach dem Auslande, namentlich nach Ungarn, lieferten. Nur die steierischen Eisenwerke mochten ihnen Concurrenz machen. Von den im Pester Nationalmuseum aufbewahrten Geschützen sind einige un-

zweifelhaft Wiener Fabrikat. Leider läßt sich deren Alter nicht genau feststellen, doch dürften sie nach ihrer Konstruktion aus der Mitte der zweiten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts stammen.

Dagegen wurden in Wien selbst nur wenige Handrohre erzeugt, da man dieselben zumeist aus Oberösterreich, Steiermark, sowie auch aus Böhmen und den mitteldeutschen großen Handelsstädten zu beziehen pflegte.

Dagegen wurde alles Andere, was zum Gebrauche der Feuerwaffen nothwendig war, in der Stadt oder wenigstens im Inlande erzeugt und fremde Geschützgießer, Pulvermacher und Büchsenmeister fanden nicht leicht Arbeit und freundliche Aufnahme.

Die bedeutendste kriegerische Vorfallenheit, an welcher sich die Oesterreicher nach dem Beginne des fünfzehnten Jahrhunderts betheiligten, war die sechs Wochen andauernde Belagerung von Znaim. Der auf der Seite des Königs Wenzel IV. stehende kühne Parteigänger Heinrich von Kunstadt hatte sich dieser Stadt bemächtigt und führte von hier aus seine weitausgedehnten Raub- und Verwüstungszüge aus. Endlich wurde von dem ungarischen Könige Sigmund und Herzog Albrecht IV. von Oesterreich eine ansehnliche Heeresmacht gegen diese Stadt aufgeboten und es zeigt schon der Umstand, daß die genannten beiden Fürsten persönlich sich an diesem Zuge betheiligten, daß man die Sache ernst nahm und gewiß kein Mittel unversucht ließ, um zum Ziele zu gelangen. Gleichwohl wird nirgends davon erwähnt, daß sich die Belagerer der Feuerwaffen bedient hätten. Ja die Belagerung mußte endlich aufgehoben werden, weil beide Fürsten gefährlich erkrankten, hauptsächlich aber, weil die Böhmen die Belagerungsmaschinen der Oesterreicher in Brand gesteckt hatten. Solches geschah bei einem Ausfalle und es dürften daher auch die Belagerten keine Feuerwaffen besessen haben. Auch in den nächsten Kämpfen (1406—1407) gegen die Ungarn und einige mährische Parteigänger wird die Anwendung der Feuerwaffen auf österreichischer Seite nicht ausdrücklich erwähnt. Doch waren das Pulver nd die Geschütze durchaus nichts Unbekanntes, da Ulrich von Wallsee in seinem Bette durch eine Pulverexplosion getödtet wurde und mehrere ähnliche Unglücksfälle berichtet werden.

Auch in den nächstfolgenden Fehden und inneren Kämpfen scheinen die Feuerwaffen wohl angewendet worden zu sein, jedoch jedenfalls eine höchst bescheidene Rolle gespielt zu haben.

Dasselbe war auch zur Zeit der ersten Hussitenkämpfe, in welche Oesterreich sehr bald hineingezogen wurde, der Fall, was nicht befremden kann, da ja auch bei den Hussiten, so viel dieselben für die Ausbildung des Kriegswesens thaten, die Artillerie sich in einem höchst armseligen Zustande befand. Die vielgenannte Belagerung der Burg Karlstein giebt hierfür den besten Beweis. Der ganze Belagerungspark der Hussiten, zu welchem Prag und die ansehnlichsten Städte ihren Theil beitrugen, bestand aus 5 großen Büchsen oder Kanonen, 46 Doppelhaken und 5 sogenannten Blyden (Schleudern oder Wurfmaschinen). Das geschah bei einer im Herzen des Landes vorgenommenen Belagerung, zu welcher man in aller Gemüthlichkeit auszog und deren Gelingen so zu sagen als ein Ehrenpunkt angesehen wurde! Wie ganz anders bei jenen weitausgreifenden Verwüstungszügen dieser Fanatiker, bei denen es sich um die Ueberraschung des Gegners, um blitzschnelles Erscheinen und eben so rasches Verschwinden handelte. Da konnte und mochte man sich nicht mit einem schwerfälligen Artillerietrain belasten und mit der Belagerung fester Plätze lange aufhalten. Im Felde aber war die Artillerie, wie sie in den ersten Jahren des Krieges den Hussiten zu Gebote stand, nicht wohl zu verwenden. Ziskas Wagenburg ersetzte zu dieser Zeit die Feldbefestigungen und die Artillerie. Denn hinter den oft sehr sinnreich geordneten Linien der Wagenburg erwarteten die böhmischen Krieger den Angriff ihrer Feinde, um, wenn derselbe abgeschlagen, ihrerseits zum Angriffe zu schreiten, wobei es denn auch geschah, daß ein Theil der Wagenburg selbst sich in Bewegung setzte und eng geschlossen im rasenden Galopp auf die feindlichen Linien losfuhr und eine Bresche in dieselben legte.

Man muß indessen zugestehen, daß die Hussiten, so unduldsam sie sonst gegen alles Fremde sein mochten, in Bezug auf die bei ihren Nachbarn vorkommenden Verbesserungen im Kriegswesen sehr aufmerksam waren und von denselben bald ausgedehnten Gebrauch zu machen wußten. Die verhältnißmäßig ausgezeichnete Artillerieausrüstung der brandenburgischen Truppen, von welcher zudem ein guter Theil in der Schlacht bei Außig in ihre Hände fiel, erregte die Aufmerksamkeit der Hussiten in besonderem Grade und bald traten auch sie mit einer eben so zahlreichen, als mobilen und gut geleiteten Artillerie auf, die, auf sinnreiche Weise mit der

Wagenburg in Verbindung gebracht, die Furchtbarkeit der böhmischen Kriegsheere noch um ein Bedeutendes erhöhen mußte.

Es ist kein Zweifel, daß diese Vervollkommnung des hussitischen Geschützwesens auch auf die Fortschritte der Artillerie in Oesterreich einen wesentlichen Einfluß genommen hat. Indessen war man daselbst auch aus eigenem Antriebe dafür thätig und Herzog Albrecht V., der für Künste und Gewerbe so außerordentlich besorgt war, ließ gewiß auch der neuen Zunft der Büchsenmeister seine größte Aufmerksamkeit und seinen besondern Schutz angedeihen. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, daß die Thatsache, daß die Oesterreicher mit mehr Glück als die anderen Nachbarn der Hussiten gegen dieselben kämpften, den Leistungen ihrer vorzüglicheren Artillerie beizumessen war.

Leider sind gerade aus dieser Zeit die Quellen der Geschichte Oesterreichs — wenigstens über das Artilleriewesen — sehr dürftig. Selbst die etwa noch vorhandenen Rechnungen und amtlichen Berichte bringen keine besondere Aufklärung, ja sie stehen oft in gegenseitigem Widerspruche. Besonders störend sind die ungenauen und oft sehr willkürlichen Benennungen, so daß man in vielen Fällen nicht weiß, ob von Geschützen oder Wurfmaschinen, von Handfeuerwaffen oder Bogen und Armbrüsten die Rede ist. So sehr man sich bemühte, die Feuerwaffen zu vervollkommnen, so verzichtete man doch keineswegs auf die mechanischen Fernwaffen — die Arcoley, ja man suchte auch diese möglichst zu vervollkommnen. Ein Beweis dafür ist in dem „Bogner Briefe" zu suchen, welchen Herzog Albrecht V. in der letzten Zeit seiner Regierung (1438) erließ. In diesem merkwürdigen Dokument wurden den Bogen- und Armbrustmachern die alten Privilegien bestätigt und neue ertheilt, zugleich aber eine ganz neue „Ordnung" für diese Zunft festgestellt.

In den Städten und Schlössern, sowie gegen dieselben wurden seit 1425 die Geschütze ziemlich häufig angewendet, im freien Felde nachweisbar jedoch erst 1430 in dem Feldzuge gegen die Hussiten, denen schließlich fast das ganze Heergeräth, worunter auch Geschütze waren, abgenommen wurde, wogegen die Oesterreicher zwei Jahre später bei Znaim zwei Geschütze verloren.

Obgleich man in Deutschland, Frankreich und Italien seit dem Beginne des Jahrhunderts bei den Geschützen mittleren Kalibers wenigstens theilweise die Steinkugeln aufgegeben hatte, behielt

man in Oesterreich selbst bei den kleineren Geschützen die Steinkugeln bei und verwendete nur bei den Handfeuerwaffen bleierne und eiserne Kugeln. Wahrscheinlich wurde man hierzu durch die vorzügliche Qualität der zu den Kugeln verwendeten Steingattungen bestimmt. Für die Wiener Artillerie speziell wurden die „Steine" seit 1441 aus dem Liesinger Steinbruche gebrochen.

Drei Jahre später (1444) läßt sich der Besitz und die Erzeugung gegossener metallener Geschütze in Wien mit Bestimmtheit nachweisen. Demungeachtet verwendete man auch jetzt noch Steinkugeln, und während in Frankreich seit 1460 die Eisenkugeln — außer bei den größten Kalibern — allgemein im Gebrauch waren, behielt man in Oesterreich die Steinkugeln noch bis in das sechszehnte Jahrhundert bei. Dieselben wurden von 1495 an aus dem Steinbruche bei Rodaun gewonnen, da man die dortige Steingattung für noch geeigneter als jene aus dem Liesinger Steinbruche erkannte. (Bei Besprechung der bei Baden gefundenen Kugeln wird übrigens dieser Gegenstand eingehender berührt werden.)

Die ganze Artillerie, welche sich bei dem von dem Kaiser Albrecht II. gegen die Türken zusammengebrachten Heere befand, bestand fast ausschließlich aus Wiener Geschützen. Wiener Büchsenmeister dienten auch bei den Truppen des Königs Uladislaus von Ungarn und später unter **Hunyadis**, der übrigens auch sehr viele Böhmen, die Ueberreste der Taboriten und Orebiten, unter seinen Streitern zählte. Ueberhaupt zählten die Böhmen von jetzt an durch fast ein halbes Jahrhundert zu den gesuchtesten Lohnsoldaten, die aber, sobald sie von ihrem Soldherrn abgedankt wurden, sich sofort in große Banden vereinigten und den Krieg auf eigene Faust führten. Unter den österreichischen und ungarischen Büchsenmeistern dieser Zeit finden sich viele unzweifelhaft slawische Namen. Es ist auch wahrscheinlich, daß der berühmte Büchsenmeister der Türken bei der Belagerung von Konstantinopel wohl aus Ungarn stammte, jedoch kein Magyare, sondern ein Slawe war, da sein von den Türken aus Hurban in Horban oder Orban umgewandelter Name noch heute in den Karpathengegenden sehr häufig vorkommt.

Die Artilleristen, welche 1444 mit dem Heere des Königs **Wladislaw** gegen Varna zogen, waren zum großen Theile Slaven und Deutsche aus den österreichischen Ländern und ebenso

zogen 1451, durch die Predigten Johanns von Capistran begeistert, zahlreiche Freiwillige aus Wien nach Ungarn, worunter sich viele mit „Handbüchsen“ Bewaffnete befanden. Um diese Zeit bestanden auch bereits in Wien, sowie in mehreren Städten Oesterreichs, Mährens und Böhmens Schützengilden, deren Mitglieder mit dem Feuerrohre nach einem Ziele (in Böhmen war dasselbe meistens ein hölzerner Vogel) zu schießen pflegten.

Ueberhaupt scheint es, daß man sich in den österreichischen Ländern von jetzt an der Handfeuerwaffen weit häufiger bediente und dieselben auch zu größerer Vollkommenheit brachte, als es in dem übrigen Deutschland der Fall war. Man bediente sich derselben sogar bei der Jagd und Luntenschlösser kommen bereits um 1470 vor.

Die nach 1450 in Oesterreich beginnenden Unruhen und die denselben folgenden Fehden gegen die Raubritter und die im Lande hausenden Banden abgedankter Söldner gaben speziell der Wiener Artillerie Gelegenheit zu vielfacher Thätigkeit und zur Vervollkommnung ihres Materials. So versuchte Rüdiger von Starhemberg, einer der thätigsten Anhänger Kaiser Friedrichs III. im Jahre 1452 einen Angriff auf Wien. Doch seine zumeist aus Reiterei bestehenden Truppen wurden zurückgeschlagen, wobei besonders das Feuer der in der Schanze am Tabor befindlichen Hakenschützen und Geschütze wirksam war. Bald darauf folgte der Zug der Wiener gegen das feste Schloß Orth, wobei jedoch die mitgenommene Artillerie nicht in Thätigkeit gesetzt wurde, da eine in den ersten Tagen unternommene Escalade zum Ziele führte. Auch bei der Belagerung von Wiener-Neustadt scheint die Wiener Artillerie nicht besonders thätig gewesen oder vielleicht gar nicht mitgenommen worden zu sein. Sie mußte aber jedenfalls in hohem Ansehen stehen, da der Kaiser in der Erkenntniß, daß Wiener-Neustadt einer ernsthaften (also einer mit einer Beschießung verbundenen) Belagerung nicht würde widerstehen können, die Stadt bald darauf verließ. Dagegen bemächtigten sich die Wiener bei dieser Gelegenheit mehrerer Geschütze des Kaisers. Dieselben scheinen, da die Angreifer bekanntlich nicht in die Stadt eindrangen, außerhalb der Mauern aufgestellt gewesen und den Wienern bei ihrem überraschenden Anpralle in die Hände gefallen zu sein.

Desto bedeutender war auf beiden Seiten der Gebrauch der Feuerwaffen bei der Belagerung der Wiener Burg durch die An-

hänger des Herzogs Albrecht und die mit denselben verbündeten Aufständischen. Die Belagerer setzten nicht weniger als sechsunddreißig Geschütze gegen die Burg ins Feuer, worunter sich einige Ungethüme befanden, welche drei Centner schwere Kugeln warfen. Dieselben scheinen jedenfalls Mörser oder richtiger Bombarden gewesen zu sein, da nirgends eine Bresche geschossen wurde und die Mauern überhaupt nur wenig beschädigt wurden. Nach vierzehntägigem Feuer ließ Herzog Albrecht zwei ihm gehörige große Kanonen vor die Burg bringen. Er selbst richtete diese Geschütze, doch hatten auch sie nur geringe Wirkung. Die Belagerer machten jedoch nebenbei auch von den älteren Kampfmitteln Gebrauch, indem sie viele Pechkränze und brennende Pfeile in die Burg warfen und schossen. Bei der geringen Entfernung, auf welche sich die Belagerer der Burg genähert hatten, waren diese Geschosse sehr wirksam. Neben zahlreichen Handbüchsen und kleinen Geschützen, aus welchen bleierne und eiserne Kugeln (letztere werden hier zum ersten Male ausdrücklich genannt) geschossen wurden, kamen auch Armbrüste und kleine „Wurfzeuge" zur Verwendung.

Die Zahl der in der Burg befindlichen Geschütze ist nicht angegeben. Dieselbe war jedenfalls nicht bedeutend und es mangelte auch im Anfange an geeigneten Plätzen zur Aufstellung der Geschütze. Es mußten erst Plattformen auf den Thürmen hergestellt werden, auf welche dann die Geschütze und ihre Gestelle mit großer Mühe hinaufgezogen wurden. Kaiser Friedrich legte selbst bei dieser Arbeit Hand an. Desto reichlicher war die Besatzung mit Handfeuerwaffen versehen und fügte den Angreifern schwere Verluste dadurch zu. Auch Feuerpfeile wurden geschossen, wodurch mehrere Bürgerhäuser in Brand geriethen. Sehr bald begann es an fertigem Pulver zu mangeln. Da jedoch die Materialien dazu vorhanden waren, wurde mit der Pulvererzeugung begonnen und diese auch während des Kampfes fortgesetzt. Selbst der Kaiser half bei dieser Arbeit mit und löste einen oder den andern Arbeiter bei dem „Stößel" ab.

Als endlich Georg von Podiebrad zum Entsatze heranrückte und seine Truppen mit den Streitern des Herzogs bereits handgemein wurden (in dem heutigen Stadtbezirke Landstraße), geschah es wiederholt, daß die aus der Burg abgeschossenen Kugeln über die Belagerer hinweg in die Reihen der Böhmen einschlugen. Die Tragweite der Geschütze war demnach eine ziemliche beträcht-

liche. Die Trefffähigkeit war dagegen bei den Handfeuerwaffen ziemlich beträchtlich, indem die Belagerer schließlich über ihre Deckungen nur dann hervorzublicken wagten, wenn eine beiderseits vereinbarte Pause des Feuers eingetreten war.

Bei dem Einzuge des jungen Ladislaus Posthumus wird der Freuden- und Salutschüsse als einer bereits hergebrachten Sache erwähnt.

Eine besonders glänzende Epoche für die Wiener Artillerie begann wenige Jahre nach dem Tode dieses Königs. Die Anführer der verschiedenen, theils abgedankten, theils im fremden Solde stehenden oder wenigstens für fremde Interessen kämpfenden Kriegerbanden hatten sich der meisten festen Burgen und Städte in der Umgebung Wiens bemächtigt und brandschatzten und plünderten das Land in unsäglicher Weise.

Die Wiener unternahmen nun eine Reihe ziemlich glücklicher Züge, bei welchen sie nur zuweilen durch die Truppen des Kaisers unterstützt wurden. Die Leistungen ihrer Artillerie zeigen von den Fortschritten, welche sie in der Zwischenzeit auf diesem Gebiete gemacht hatten.

Ihr erster gegen Fischament und Niederlaa gerichteter Zug im Jahre 1464 war allerdings nicht sonderlich glänzend, da sie über drei Monate vor diesen Orten lagen. Desto glänzender war der Angriff auf das für damalige Zeit überaus feste Schloß Perchtoldsdorf. Smikowski, ein kühner und geschickter Bandenführer, hatte sich mit einer Schaar Böhmen und Polen im Namen der Herren von Pösung dieses Platzes bemächtigt. Der kaiserliche Feldhauptmann Georg von Potterstein forderte die Wiener zur Mitwirkung bei dem Angriffe auf das Schloß auf. Lukas Großgruntner führte den Befehl über das städtische, aus Reiterei und Fußvolk (unter welchen viele mit Feuerrohren Bewaffnete) bestehende Hülfskorps, welchem eine zahlreiche Artillerie unter Georg Rottenauer, dem ersten namentlich erwähnten Gezeugmeister von Wien, folgte. Es wurde sofort eine große Batterie von schweren Kanonen und großen Steinbüchsen gegen die einzige einigermaßen zugängliche Seite des Schlosses errichtet, während die anderen Seiten von mehreren Batterien kleineren Kalibers beschossen wurden. Das Feuer wurde durch drei Wochen mit größter Lebhaftigkeit fortgesetzt und fügte den Schloßgebäuden außerordentlichen Schaden zu, konnte jedoch bei der übermäßigen

Stärke der Mauern, deren unterer Theil zudem aus lebendigem Felsen bestand, keine praktikable Bresche zu Stande bringen, wogegen Smikowski durch sein kleines Geschütz den Belagerern und dem am Fuße des Schlosses liegenden Marktflecken großen Schaden zufügte. Der kühne Krieger pflegte sich ungedeckt auf den Plattformen der Thürme zu zeigen, und von da seine Befehle zu ertheilen oder wohl auch die Angreifer zu verhöhnen. Ein städtischer Büchsenmeister richtete sein Geschütz auf einen Thurm und ließ, als Smikowski daselbst erschien, Feuer geben. Der verwegene Kriegsmann wurde durch das gewaltige Geschoß mitten entzweigerissen. Seine Leute wurden dadurch ebenso entmuthigt, als die Belagerer Zuversicht erlangten, so daß der gleich darauf unternommene Sturm den besten Erfolg hatte.

Im nächsten Jahre wurden die bei Baden befindlichen Burgen Rauheneck und Rauhenstein angegriffen. Erstere Burg, ein Raubnest im vollsten Sinne des Wortes, war von einem Abenteurer Namens Haag, Rauhenstein aber von dem Herrn v. Purchheim in Besitz genommen worden. Diesmal waren die Wiener besonders glücklich. Rauheneck wurde nach kurzer Beschießung von dem kaiserlichen Feldhauptmann erstürmt und Haag gefangen und später aufgehängt. Gegen das weit stärkere Rauhenstein ließ der städtische Gezeugmeister zwei Batterien von Geschützen mittleren Kalibers errichten, deren Feuer mehrere Breschen erzielte, worauf Purchheim entfloh, die Feste aber mit Sturm genommen wurde.

In neuester Zeit wurden in der noch immer stattlichen Ruine Rauhenstein einige Renovirungsarbeiten vorgenommen, bei welcher Gelegenheit eine ziemlich beträchtliche Anzahl steinerner Kugeln vorgefunden wurden. Dieselben wurden von dem Besitzer der Ruine, S. K. Hoheit dem Feldmarschall Erzherzog Albrecht, dem Rollet-Museum in Baden geschenkt und bieten einen sehr werthvollen Anhaltspunkt zur Beurtheilung des Standes der Entwickelung der damaligen Wiener Artillerie.

Die Kugeln haben durchschnittlich einen Durchmesser von fünf bis höchstens sechs und einen halben Zoll und sind aus einem röthlichgelben, sehr harten und ziemlich schweren Kalkstein erzeugt. Sie sind sehr genau gearbeitet und ihre Oberfläche ist selbst jetzt noch ziemlich glatt. In Deutschland und Frankreich wurden zu der Zeit, in welche die Belagerung von Rauhenstein fällt, steinerne Kugeln überhaupt nur ausnahmsweise angewendet. Machte man

gleichwohl davon Gebrauch, so wurden, besonders wenn man gegen Mauern schoß, die großen Kugeln mit über Kreuz gelegten eisernen Reifen, die kleineren aber mit einer Bleiumhüllung umgeben. Aus den kleinsten Geschützen schoß man auch wohl eiserne Würfel, die mit einem Bleimantel umgeben waren. Von dem Allen ist bei den in Rauhenstein gefundenen Kugeln keine Spur zu entdecken gewesen. Nirgends fand sich der geringste Ueberrest von Eisen oder Blei, wohl aber wurden einige kaum faustgroße steinerne Kugeln ausgegraben. Einige der größeren Geschosse waren dreieinhalb Schuh tief in das Mauerwerk eingedrungen und gleichwohl waren nur wenige beschädigt. Es ist daher sehr begreiflich, daß man in Oesterreich die Steinkugeln so lange beibehielt.

Im Jahre 1467 wurde ein neuer Zug, diesmal von den Wienern allein, gegen Schloß Rottenstein und mehrere kleinere Burgen unternommen. Das Feuer der Wiener Geschütze brachte alle diese Plätze sehr bald in die Hände der Belagerer.

In demselben Jahre unternahmen die Wiener im Vereine mit kaiserlichen Truppen einen Feldzug nach Ungarn. Sie führten einen ansehnlichen Artilleriepark mit, doch verlief der Feldzug ohne nennenswerthe Erfolge, woran jedoch nur die Geldnoth des Kaisers und die eingetretene ungünstige Witterung die Schuld hatten.

In den nun folgenden ziemlich friedlichen Jahren hatte die Wiener Artillerie zwar wenig Gelegenheit zu praktischer Thätigkeit, desto mehr aber zu ihrer allseitigen Ausbildung und Vervollkommnung. Die Wiener Büchsenmeister und ihre Zöglinge wanderten nach Deutschland, Italien und Ungarn und verwertheten bei ihrer Rückkehr die daselbst gesammelten Kenntnisse und Erfahrungen. Viele traten auch in fremde Dienste, namentlich in jene des ungarischen Königs Mathias. Auch scheint zu dieser Zeit in Wien die Erzeugung von Geschützen und Handfeuerwaffen für den Export sehr schwungvoll betrieben worden zu sein, wie es verschiedene für die betreffenden Innungen erlassene Anordnungen vermuthen lassen. Man sah jetzt nicht nur auf Solidität und Brauchbarkeit, sondern auch auf Zierlichkeit und schönes Aussehen der Waffen. So kommt in einer Rechnung Oelfarbe für den Anstrich der Büchsengestelle vor und an der Erzeugung der Handfeuerwaffen betheiligten sich außer den Schmieden und Schlossern auch Tischler, Drechsler, Kunstschnitzer, Silberschmiede, Siegelstecher und Perlmutterdrechsler. Auch die Pulverfabrikation wurde in größerer Ausdehnung und

rationeller betrieben. Im Jahre 1472 wurde Pulver nach Böhmen und nach Ungarn verkauft, und bald darauf wurde von dem städtischen Zeugmeister die Anwendung der Haselholzkohle, die besser als die Weidenkohle sei, und des „gestärkten" Salniters (wahrscheinlich der bei den alten Büchsenmeistern so hochgehaltene Salpratika) empfohlen. Auch wurden einige Büchsenmeister in ständigen Sold genommen und mit der Aufsicht über das Zeughaus und die auf den Stadtmauern befindlichen Geschütze betraut.

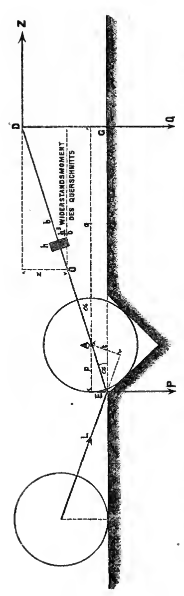
Die lange Belagerung der Stadt durch den König Mathias von Ungarn bestand eigentlich in einer engen Einschließung und in Gefechten zwischen den ausfallenden Wienern und den ungarischen Truppen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß Mathias, obgleich er selbst eine gute Artillerie besaß, die Ueberlegenheit der Wiener Artillerie erkannte und mit derselben es nicht aufnehmen wollte, da der Hunger und die Zwietracht in der Stadt ihn sicherer zum Ziele führten.

Nach der Besitznahme der Stadt durch den König war natürlich die Thätigkeit und die Entwickelung der Wiener Artillerie gelähmt und sie blieb es bis zum Tode des Königs.

Mit dem Regierungsantritte Maximilians I. aber begann eine neue Zeit. Er erfaßte, wie kein anderer österreichischer Herrscher vor ihm, die Wichtigkeit der absoluten Staatsgewalt, und bemüht, sich ein irgend von den Städten und Magnaten unabhängiges Heerwesen zu schaffen, strebte er auch nach der Bildung einer eigenen Artillerie. Er darf als ein Reformator der Artillerie betrachtet werden und er gab derselben einen gewissermaßen kosmopolitischen Charakter. Damit mußte auch das städtische Artilleriewesen, selbst ein solches wie das Wiener, seine Bedeutung verlieren, wenn es auch noch lange seine selbstständige Stellung behauptete.

A. Dittrich,
k. k. Landwehrhauptmann.



XVIII.

Frage:

Was ist die Ursache, daß trotz der verticalen Biegsamkeit der Laffeten- und Protzverbindung unserer Feldgeschütze beim Passiren von Gräben Deichselbrüche vorkommen?

Als Bruchmoment ist die Lage des Geschützes angenommen, in welcher das Protzrad gegen das Laffetenrad am tiefsten steht. Dies ist in der Figur für ein Grabenprofil ausgedrückt, wie es die Fahrvorschrift für das Durchfahren vorschreibt; nämlich zwei Schritt obere Breite, einen Schritt Tiefe, möglichst flache Ränder. Die Anlage ergiebt sich aus den bestimmten Dimensionen am flachsten bei 45°.

Im Moment des Anprallens an den jenseitigen Grabenrand müßte in Folge des Drucks L der Laffete auf die Protzverbindung E, und des Hintergewichts P der Protze nothwendig eine Drehung um A, die Protzachse, stattfinden, wenn an der Deichselspitze D keine Gegenkraft wirken würde. Dieser Fall tritt aber nicht ein, sondern im Gegentheil Bewegung in der Richtung der Deichsel und wäre zunächst, abgesehen von der Vorwärtsbewegung, die Gleichgewichtsbedingung festzustellen.

Hinter dem Drehpunkt A wirken die lebendige Kraft der Laffete und das Gewicht der Protze, bezogen auf die Protzöse; erstere an einem Hebelarm $l = 0{,}44^{m.}$ (gemessen); letzteres am Gabelarm $p = 0{,}70^{m.}$ (durch die Construction ergeben).

Vor dem Drehpunkt A wirkt eine Kraft Q, am Hebelarm q; der sich mit Hülfe des Winkels α errechnen läßt.

DG ist gemessen $= 1{,}4^{m.}$, $DE = 4{,}965^{m.}$

hieraus: $\sin \alpha = \dfrac{DG}{DE} = 16^\circ\ 23'$ und $q = DA \cdot \cos \alpha$

$DA = 4{,}220^{m.}$ und somit $q = 4{,}049^{m.}$

Die lebendige Kraft der Laffete ist:

Masse mal dem halben Quadrat der Geschwindigkeit; Masse ist gleich dem Gewicht der Laffete durch die Beschleunigung der Schwere (g) dividirt; somit lautet die Momentengleichung um A:

$$\frac{L \cdot l \cdot v^2}{2g} + P \cdot p = Q \cdot q.$$

In dieser Gleichung sind außer Q alle Faktoren bekannt und zwar:

$L = 975^{k.}$	$g = 9{,}81^{m.}$
$l = 0{,}44^{m.}$	$P = 660^{k.}$
$v = 4^{m.}$ (Trabgeschwindigkeit in der Sekunde)	$p = 0{,}7^{m.}$
	$q = 4{,}049^{m.}$

Dies ergiebt für Q einen Werth von $193{,}1^{k.}$

Mit Hülfe von Q läßt sich die Spannung in der Deichsel am Punkt der Einspannung für den Querschnitt daselbst ausdrücken und zwar durch die Gleichung:

$$Q \cdot b = \frac{S \cdot h^3}{6} \text{ oder } S = \frac{6 \cdot Q \cdot b}{h^3}$$

Hierin ist $b =$ der Länge der Deichsel vom Einspannungspunkt O bis zur Deichselspitze D, $h =$ der Stärke der Deichsel daselbst. Die Maße hierfür sind aus der Constructionszeichnung genommen und betragen für b $3{,}0^{m.}$, für h $9{,}5^{cm.}$ und somit ergiebt sich für die Spannung S:

$40{,}5^{k.}$ im Punkte der Einspannung.

Der erfahrungsmäßige Festigkeitscoëfficient ist aber bei dreifacher Sicherheit für Laubholz nur $83^{k.}$

Wenn daher Q, das sich streng genommen aus dem Gewicht der Deichsel und Vorderbracke und dem Widerstand der Stangenpferde zusammensetzt, über das errechnete Gewicht von 193 k. wächst, oder wenn durch eine Kraft Z (Zug der Mittel- und Vorderpferde) Bewegung eintritt, so vergrößert sich Q um die verticale Componente von Z, multiplicirt mit dem Hebelarm z und es muß der Bruch der Deichsel eintreten.

Wird dagegen der Winkel α kleiner, so wird q größer und der Werth für Q und daraus folgend S kleiner und ist der Fall, wenn durch den Zug der Vorder- und Mittelpferde die Deichselspitze verwahrt wird, die in der Figur angenommene höchste Höhe zu erreichen.

Genauer ließe sich die Aufgabe noch lösen, wenn Wägungen in der gezeichneten Geschützstellung an der Protzöse vorgenommen würden, wo dann auch der Einfluß des Widerstandes der Räder am Boden und die Achsreibung in Betracht kämen; ferner müßte ein abgebrochenes Deichselende mit Vorderbracke gewogen und gemessen werden, um nach der Erfahrung die Bruchstelle bestimmter angeben zu können.

Die verticale Biegsamkeit des Geschützes ist in diesem Fall noch bei weitem nicht bis zur Grenze ausgenützt. Eine Grenze ergiebt sich aber durch das Aufliegen d[illegible] [illegible]affetenschwan[illegible]e[illegible] auf dem Boden und ist in der Construction [illegible] [illegible]sgegan[illegible]e[illegible] [illegible]

Hauptm[illegible]
im 2. Württemb. [illegible]

XIX.

Kleine Notiz.

Feldbrücke aus Eisenbahn-Material. Auf dem technischen Uebungsplatze von Guadalaxara haben die spanischen Pioniere während der vorjährigen Belagerungsübung eine von dem Hauptmann und Professor der Genie-Akademie José Marva entworfene Feldlaufbrücke von 2^m. lichter Breite und 8^m. Spannung aus Eisenbahn-Oberbaumaterial ausgeführt.

Als Haupt- oder Ort-Träger fungirten 2 Hängewerke. Die Streben derselben — etwa unter doppelter Anlage oder rund 26 [illegible] gegen den Horizont geneigt — waren gewöhnliche Bahn- [illegible] Hänge. Die Sicherung der Fuß- [illegible] des untersten Meters auf einen [illegible] durch Dreiecksverband un- [illegible] selbstverständlich in der [illegible] Boden über- [illegible] der Hänge- [illegible] et, einge- [illegible] Ober- [illegible] aschen [illegible] änge- [illegible] ngere [illegible] un- [illegible]

Unterzug sich begegnen und hier durch Laschen und Bolzen verbunden werden. Ueber diese Tragbalken kommen andere Schwellen kettenartig querüber und dann abermals Schwellen in der Achsenrichtung der Brücke, dicht an dicht, als Belag. Den als Längsträger fungirenden Schwellen würde hiernach unverhältnißmäßig viel zugemuthet sein; es hat deshalb jede Schwelle — also jede Strecke zwischen Ufer und Unterzug — noch 3 Unterstützungen (also von Meter zu Meter) durch Aufhängen an Drahtseile erhalten, die von dem Kopfe der Hängesäule herkommen. Auch der Unterzug ist mittelst Drahtseile an den Kopf der Säulen gehängt. Durch Drahtseile sind schließlich auch noch die Köpfe der Hängesäulen nach den Ufern hin verankert.

Zu diesen Drahtseilen — es wurden davon 600 lfd.$^{m.}$ verbraucht — wurde Telegraphendraht von 4$^{mm.}$ Durchmesser verwendet. Das lothrechte Hängeseil des Unterzuges und das nächste des Tragbalkens sind durch Zusammendrehen zweier Telegraphendrähte gebildet; die andern dreidrähtig. Jedes Hängeseil ist doppelt, ein Strang binnen, einer außen von Hängesäule und Tragbalken, damit nicht durch einseitigen Zug ein Verkanten stattfinden könne. Beachtenswerth ist endlich noch, daß und wie Sorge getragen ist, die Hängeseile auch wirklich und möglichst gleichmäßig zum Tragen in Anspruch zu nehmen. Die entsprechende Spannung würde sehr zweifelhaft sein, wenn man das untere Ende jedes Hängeseils etwa fest an den Tragbalken nageln wollte. Es ist vielmehr wie folgt verfahren: In den Abständen der beabsichtigten Aufhängepunkte, also von Meter zu Meter, sind an die Unterfläche der Tragbalken Knaggen genagelt; die beiden zusammengehörigen Stränge jedes Hängeseils sind in Schlingen gebogen, durch die ein rundliches Holzstück gesteckt ist, auf dem nun der Tragbalken reitet. Zwischen diesen Sattel und die vorerwähnte festgenagelte Knagge ist ein Holzkeil gesteckt, dessen Antreiben oder Nachlassen die Spannung des Hängeseils regulirt.

R. II.

XX.

Literatur.

1.

Vocabulaire militaire français - allemand. Recneil de termes de la technologie militaire moderne par le lieutenant Ribbentrop, instrncteur à l'école des cadets à Berlin. Seconde édition entièrement refondne. Leipzig 1878. F. A. Brockhaus.

Der Lieutenant, jetzt Hauptmann Ribbentrop, welcher eine Reihe von Jahren hindurch am Kadettenhause zu Berlin als Lehrer der französischen Sprache thätig gewesen ist, hatte in einem 1877 erschienenen Vocabulaire militaire français-allemand die wichtigsten Ausdrücke, welche in der französischen Militär-Sprache vorkommen, mit deutscher Uebersetzung, nach Disciplinen und in diesen wieder alphabetisch geordnet, zusammengestellt. Bei der Bedeutung, welche die französische Militär-Literatur für uns besitzt, konnte dies Unternehmen umsomehr als ein verdienstvolles bezeichnet werden, als alle bisherigen Hülfsmittel dieser Art veraltet waren. Ungeachtet der Anerkennung, welche dem Vocabulaire im In- und Auslande gezollt worden war, hatte doch einstimmig die Ansicht geherrscht, daß die Sonderung der Ausdrücke nach Disciplinen den Gebrauch eines solchen Werkes erschwert und eine Umarbeitung desselben mit durchgehender alphabetischer Anordnung nach Art eines gewöhnlichen Wörterbuchs ein Bedürfniß wäre.

Der Verfasser hat diesem Wunsche bei der 2. Auflage Rechnung getragen und zugleich das Werk nicht unwesentlich erweitert, so daß die Seitenzahl von 230 auf 300 gestiegen ist.

Bei der ausgedehnten Berücksichtigung, welche die militärischen Einrichtungen und literarischen Erscheinungen fremder Staaten seit

einem Jahrzehnt in Frankreich finden, bereichert sich die militärische Nomenklatur der französischen Sprache fortwährend, insbesondere haben die in deutschen Instruktionen und Handbüchern vorkommenden neueren Bezeichnungen Uebertragungen in die französische Sprache erhalten. Wir erinnern u. a. an „Recherche des limites de la hausse“, Gabelschießen, „Tir avec une hausse fixe“, Gruppenschießen, „Nappe supérieure (inférieure) du cône d'éclatement“, Oberer (unterer) Theil des Strenungskegels bei Shrapnels 2c. Letztere Bezeichnung ist dem Verfasser entgangen, auch müssen wir eines wesentlichen Irrthums bei dem Worte „obturation“ gedenken. „Obturation par serrage automatique“, ist diejenige Liderung, welche lediglich unter dem Einfluß der Pulvergase funktionirt, wie z. B. bei den gasdichten Patronen die Patronenhülse (expansion), beim Chassepot-Gewehr M/66 der Kautschuk-Ring (compression). „Obturation par serrage initial“, findet mittelst Schrauben- oder Hebel-Vorrichtungen beim Schließen des Verschlusses bereits statt, wie s. Z. beim Armstrong'schen Hinterladungs-Geschütz, sowie beim Zündnadel-Gewehr M/41, und ist der Natur der Sache nach unvollkommen. Wir würden sie als mechanische im Gegensatz zu selbstthätiger (automatique) Liderung bezeichnen. Bei Geschützen findet man meistentheils eine Kombination beider Arten, die mechanisch-selbstthätige Liderung, wie wir sie bei unsern verschiedenen Keilverschlüssen haben. Vergleiche in dieser Hinsicht einen Artikel der Revue d'artillerie, Februar 1872. Affaissement (S. 5) bedeutet auch den „Fall“ (vordere Verengung der Seele eines Gewehrlaufes — Fabrikations- oder Gebrauchsfehler). Unter densité (S. 90) fehlt: densité de la section droite, „Belastung des Querschnitts“ bei einem Geschoß. Der Ausdruck: „Les derrières d'une armée“ (S. 91) bezieht sich auch auf die Anstalten im Rücken einer Armee, namentlich das Etappenwesen. Diese wie einige andere Ausstellungen, welche wir noch zu machen hätten, erscheinen unerheblich gegenüber dem Gesammtwerth des Werkes, welches in seiner „édition entièrement refondue“ des allgemeinen Beifalls nicht ermangeln wird. Als Gegenstück des Vocabulaire erschien kürzlich in Paris bei Dumaine ein Dictionnaire des sciences militaires, allemand-français, von J. F. Minßen, Professor an der école special militaire.

2.

Militärische Klassiker des In- und Auslandes. Mit Einleitungen und Erläuterungen von W. v. Scherff, v. Boguslawski, v. Taysen, Frhr. von der Goltz u. A., herausgegeben von G. v. Marées. Berlin 1880. F. Schneider u. Comp.

Das Unternehmen beabsichtigt, Werke über die Theorie des Krieges, die in der Literatur als epochemachend, als klassisch allgemein anerkannt sind, erneut zum Abdruck zu bringen; die deutsch geschriebenen im Originaltext, die fremdsprachlichen in deutscher Uebersetzung. Einleitungen über Zeit, Zweck und sonstige nähere Umstände der ersten Abfassung, sowie texterläuternde und den Zusammenhang mit der Gegenwart vermittelnde Anmerkungen sollen Verständniß und richtige Würdigung der Autoren fördern. Namen von gutem Klange in der neuesten Militär-Literatur sind als Commentatoren genannt.

In Zwischenräumen von 4 bis 6 Wochen sollen die einzelnen Hefte erscheinen, deren Preis — 1,50 Mk. für etwa 10 Bogen — sehr billig gestellt ist. Freilich erklärt die Verlagshandlung, einzelne Hefte nicht abgeben zu können; die ganze Sammlung soll etwa 15 Hefte umfassen. Bei dieser Bedingung ist die Anschaffung für manchen jüngeren Offizier nun wohl doch nicht so ganz leicht, und es wird Mancher um so mehr einstweilen noch damit warten, als er nur allgemein erfährt, er solle kriegstheoretische berühmte Schriften von Friedrich dem Großen, Scharnhorst, Clausewitz, Napoleon I., Jomini und Anderen erhalten.

Der Anfang ist nun allerdings der bestmögliche, da das 1. Heft Friedrich dem Großen, das 2. Clausewitz gewidmet ist.

„Die General-Principia vom Kriege, appliciret auf die Taktik und auf die Disciplin derer Preußischen Truppen" — sind unter diesem Titel deutsch im Jahre 1753 durch Druck vervielfältigt, aber durchaus nicht veröffentlicht worden — im Gegentheil, nur die höheren Führer erhielten unter Verpflichtung zu strengster Geheimhaltung persönlich ein Exemplar zugestellt. Der deutsche Text ist eine Uebersetzung (mit Unterdrückung einzelner Partien, und an anderen Stellen wieder erweitert), die der König von seiner französisch geschriebenen Original-Abhandlung hatte anfertigen lassen. Letztere muß schon 1748 vollendet gewesen sein, da er in diesem Jahre seinem nächstältesten Bruder, dem Prinzen August

Wilhelm (Vater des Königs Friedrich Wilhelm II.; gestorben 1758), Mittheilung davon machte. Der König war damals erst 36 Jahre alt, hatte erst die kurzen zwei schlesischen Kriege hinter sich und bekennt sich selbst zu „weniger Kriegs-Experience"; man muß sich diese Momente vergegenwärtigen, um den vollen Genuß, die volle Freude der Bewunderung des Feldherrn-Geistes zu empfinden, der sich in dieser Instruction theoretisch-literarisch documentirt, wie er bald danach historisch-praktisch sich zu bewähren Gelegenheit hatte.

In der für seine Generale bestimmten deutschen Bearbeitung hat der König einige Kapitel des französischen Originals unterdrückt. Sehr interessant ist unter diesen das „über Feldzugspläne" (des projets de campagne) handelnde. Darin scheint der König in klarer Voraussicht des Künftigen und in Erkenntniß, daß ihm seine bisherigen Errungenschaften nicht unbestritten bleiben würden, sich selbst ein Programm ausgearbeitet zu haben. „Da gewöhnlich die Nachbarn eines Fürsten dessen Feinde sind, so wollen wir als solche die Russen, die Sachsen, hauptsächlich die Oesterreicher ansehen."

Auch an die „difficilsten" Feldzugs-Entwürfe denkt er, „da man sich vielen starken und mächtigen Feinden zugleich opponiren soll." Hier empfiehlt er die Zuhilfenahme der Politik; man soll suchen, sie unter sich uneins zu machen, Einen oder den Andern durch einen Vortheil abzulenken. In rein militärischer Beziehung müsse man à propos zu verlieren wissen, man müsse dem Feinde an dem einen Ende auch eine Provinz opfern können, um mit gesammelter Kraft an anderem Orte dem Feinde zu Leibe zu gehn und, nachdem man diesen einen Gegner geworfen, sich gegen den Ersten wenden zu können.

Der siebenjährige Krieg hat dem Könige nachmals oft Gelegenheit gegeben, diesem Programm nachzukommen.

Wer — ohne Kenntniß des Verfassers — einen kurzen Aufsatz wie das Kapitel „von den Talenten, die ein General haben muß" zum ersten Male liest, der muß erstaunt und aufs lebhafteste angeregt werden von der Gedankentiefe und dem geistvollen Stil dieses Schriftstellers; französischer esprit und deutscher Humor wirken hier sehr reizvoll zusammen; wahre Gnomen, Sprüche der Weisheit, oft in epigrammatischer Kürze!

Das erste Heft der „militärischen Klassiker" giebt noch den Aufsatz „Gedanken und allgemeine Regeln für den Krieg", der

1755 verfaßt, damals aber vom Könige nur dem Liebsten in seiner Umgebung, seinem Generaladjutanten v. Winterfeld mitgetheilt worden ist; veröffentlicht erst nach seinem Tode. Die Abhandlung hat im Ganzen den Charakter einer Ausweitung und durch fortgesetztes Nachdenken und Studium gewonnenen Ausreifung der früheren „General-Principia". Sehr interessant ist eine Reihe taktischer Aufgaben, die der König ausgedacht und durch Freihandskizzen selbst erläutert hat. Diese Skizzen — zwar auf die Hälfte reducirt, aber getreu den Originalen in ihrer zeichnerischen Oberflächlichkeit und Ungeradlinigkeit — haben den Reiz von Autographen.

Die Commentirung der Fridericianischen Abhandlungen hat Major v. Taysen vom Großen Generalstabe besorgt, der zu seiner literarischen Legitimation seine, 1877 bei Mittler erschienene Schrift „Friedrichs des Großen Lehren vom Kriege und deren Bedeutung für den heutigen Truppenführer" geltend machen kann.

Es wird noch eins der folgenden Hefte der Sammlung Friedrich dem Großen gewidmet werden.

Das zweite Heft enthält die ersten drei der von General v. Clausewitz hinterlassenen acht Bücher „vom Kriege". So wie diese berühmte Hauptarbeit kriegstheoretischer Natur in den 1832 bis 1837 erschienenen „Hinterlassenen Werken über Krieg und Kriegführung" enthalten ist, wird die in Rede stehende Sammlung sie reproduciren. Eingeführt und commentirt wird die berühmte Philosophie des Krieges — deren Titel Jeder kennt, deren sorgfältige Lectüre aber und gewissenhafte Durcharbeitung eine große Hingabe in Anspruch nimmt, zu der nicht Jeder Zeit und Stimmung findet — durch Oberst v. Scherff, der seinen Namen in der Militär-Literatur unserer Tage in einer Art und einem Grade bekannt gemacht hat, daß Diejenigen, die den älteren Denker bereits studirt haben, in der Begleitung und anregenden Gesellschaft des jüngeren die gedankenreiche, tiefsinnige Arbeit mit Genuß und Nutzen repetiren zu können sich freuen müssen, während Clausewitz-Neulinge an der Hand des geistesverwandten Führers einen erheblich erleichterten Eintritt und Fortgang sich versprechen dürfen.

Die typographische Ausstattung der Sammlung ist eine dem mäßigen Preise entsprechende; der Druck ziemlich ökonomisch, aber in guter deutlicher Antiqua, das Papier mäßig weiß, nicht stark, aber hoffentlich haltbar. Zu loben finden wir, daß die Hefte wirklich geheftet und beschnitten sind. Man kann sie nun doch

sofort lesen, ohne die Mühe des Aufschneidens zu haben, für die man dann oft dadurch belohnt wird, daß alsbald drei Viertel jedes Bogens lose geworden sind.

Wir sind hier und da Druckfehlern begegnet — nicht eben sinnentstellenden, z. B. „von" statt „vor" (wo es nach altem Brauche statt „für" stand, was für Fridericianisches Deutsch charakteristisch ist) — aber die literarische Welt ist nun einmal jetzt weniger tolerant selbst gegen kleine Toilettenfehler; sie verlangt von den Herren Korrektoren, daß dergleichen beseitigt werden sollen, bevor sie ihre Bücher in die gute Gesellschaft treten lassen; nur den in nächtlichen Stunden und stürmischer Eile gesetzten und gedruckten Spalten der Tagesblätter sieht man einige Saloperie billigerweise nach. R. II.

3.

Ueber die Anwendung des Infanterie-Spatens und die mit demselben auszuführenden flüchtigen Befestigungen — vom Standpunkte des Infanterie-Offiziers. Von M. Ritter v. Brunner. Zweite, nach den Erfahrungen des Occupations-Feldzuges in Bosnien und der Herzogowina 1878 bearbeitete Auflage. Wien 1880. In Kommission bei Seidel u. Sohn.

Im 85. Bande unserer Zeitschrift ist sub VI. und XI. über „Schnell-Befestigung im Felde" gesprochen und dabei die oben angeführte Abhandlung des Hauptmann von Brunner eingehend analysirt worden.

Der eifrige Agitator für den Infanterie-Spaten hat natürlich mit großer Genugthuung alle Erfolge registrirt, die sein Schützling in seiner ersten großen Berufsprüfung gehabt hat.

Die Brunnersche Arbeit — ohne Zweifel die ausführlichste, die über den Gegenstand bisher veröffentlicht worden ist — muß verdiente Anerkennung und Nachfrage erfahren haben, weil trotz der vorhergegangenen Publication in der von dem Verfasser redigirten weit verbreiteten „Streffleurs Oesterreichischen militärischen Zeitschrift" der Separat-Abdruck nach kaum zwei Jahren vergriffen gewesen und eine zweite Auflage erforderlich geworden ist. Letztere gewinnt besonderes Interesse (und ist deshalb auch



von Denen wieder in die Hand zu nehmen, die sich mit der ersten Auflage bekannt gemacht haben), da sie durch sehr werthvolle Angaben über Anwendungen im Ernstfalle, zu denen seitdem Gelegenheit gewesen, bereichert ist. Die schon sehr reichliche, das Verständniß sehr erleichternde Ausstattung mit sehr guten Holzschnitten, die in der ersten Ausgabe 52 Figuren betrug, ist auf 74 vermehrt. Hauptmann Brunner hatte sich von vornherein bei seiner Abhandlung das Ziel gestellt, den Gebrauch des Infanterie-Spatens nicht nur für diejenigen Ausführungen zu erläutern, die in der bezüglichen Dienst-Instruction*) als mit diesem Werkzeuge herstellbar angenommen waren, sondern die Behauptung zu vertreten, es ließen sich auch größere feldfortifikatorische Aufgaben damit lösen.

„Brunner erachtet erforderlichenfalls Traversirungen und Rückenwehren, sogar bedeckte Unterstände im Bereich der Möglichkeit. Wenn es an Mannschaft, Zeit und geeignetem Material (Dächer, Zäune, Thüren, Tischplatten, Fässer aus benachbarten Ortschaften) nicht fehlt — Handwerkzeug zur Bearbeitung gewährt der Infanterie ihr Spaten."

Vorstehender in Anführungszeichen geschlossene Satz ist ein Selbst-Citat (Archiv; Band 85, Seite 112), um zu zeigen, daß wir nicht zu denen gehört haben, über die der Infanterie-Spaten jetzt mit folgenden Worten triumphirt: „Der Vorschlag" (Ausführbarkeit von Traversen und Rückenwehren) wurde von einer Anzahl sonst wohlwollender Kritiker (um nicht zu sagen von allen — die „Wehrzeitung" findet beides überflüssig, Löbells Jahrbücher 1879 wollen die Traversenfrage kürzer behandelt, die Rückenwehren ganz eliminirt wissen —) als „zu weit gehend" erachtet, indem — so sagte man — es zur Ausführung der Traversen „oft" an Zeit mangeln werde und man der Infanterie eine solche Arbeit nicht zutrauen solle, ja daß man gar nicht die Nothwendigkeit derselben oder doch nur für seltene Fälle einsehen könne.

Diese kleinmüthigen Kritiker des Hauptmann Brunner hat nunmehr der österreichische Infanterie-Spaten in Bosnien widerlegt.

*) Es wird demnächst in Oesterreich eine neue erlassen werden, die dem Infanterie-Spaten seiner bewiesenen Brauchbarkeit entsprechend einen erweiterten Wirkungskreis anweist. Hauptmann Brunner war in der Lage sich anticipando auf die neue Instruction zu berufen.

In der Stellung von Doboj (vergl. Mittheilungen des k. k. Kriegs-Archivs, 5. Heft, Seite 534 — Beilage zum Januarheft 1880 von Streffleurs Oesterreichischer militärischen Zeitschrift), wo der Feind aus überhöhender Stellung Längs- und Rücken-Einsicht auf den Vertheidiger gewinnen konnte, erwies sich der instructionsmäßig hergestellte „Schützengraben" als sehr wenig verlusthindernd.

Da gingen die Truppen (deren Offiziere wohl die B.'sche Abhandlung „über die Anwendung des Infanterie-Spatens" gelesen oder bei sich haben mochten) aus eigener Initiative an Traversen-Anlage. Zunächst wurden in Abständen von 15 bis 20 Schritt Traversen von 3,5$^{m.}$ Länge, 0,40$^{m.}$ Kronendicke und 2,20$^{m.}$ Höhe über der Grabensohle (dem Schützenstande) angelegt, und da sofort die gewonnene Mehr-Deckung sich durch sehr erheblichen Rückgang der Verlust-Procente merklich machte, gingen die Leute als bald weiter und schalteten zwischen die großen kleine Traversen von nur 1^{m} Länge und die Brustwehr- (Bonnet-) Krone nicht überragend, aus Rasen und Steinen geschichtet, so daß schließlich jeder Mann in 1,1$^{m.}$ im Lichten breiter, 1$^{m.}$ tiefer und 1,80$^{m.}$ hoher Nische stand. An der Brustwehr hatte er sich überdies durch Ueberdecken der Schußrinnen zwischen den Bonnets aus der Zinnenscharte eine Lochscharte gemacht. Auf gewissen Strecken war aus eingegrabenen und abgesteiften Zwiesel- oder Gabelästen, Rahmen, Deckknüppel — Alles roh aus dem Walde und mit dem Spaten zurecht gehauen — Reisig und Erde eine vollständige bedeckte Gallerie oder Schießlaube hergestellt. Die innere Böschung war überall aus Steinen und Rasen steil aufgepackt, gleichsam trocken gemauert. Die so gestalteten Fortifikationen haben sogar (am 30. August) aus 3 Geschützen in 2200 Schritt Entfernung 4 Stunden lang Granatenfeuer auszuhalten gehabt.

Sehr beachtenswerth sind die Seite 81 erwähnten und durch Zeichnung erläuterten Leistungen des Infanterie-Spatens bei den Befestigungs-Anlagen von Sanskimost und Prijedor. Dort wurde eine Anzahl pentagonaler Redouten von 25$^{m.}$ Seitenlänge (für eine halbe Compagnie) angelegt; Kronendicke der Brustwehr 1,5$^{m.}$, Anschlagshöhe 1,30$^{m.}$; innerer (Mannschafts-) und äußerer (Material-) Graben.

Eine originelle und tüchtige fortifikatorische Leistung war die von der 10. Compagnie 79. Infanterie-Regiments (Hauptmann Wittas) als Etappen-Posten bei Kotorsko ausgeführte fünfseitige

Redoute. Die Brustwehr war hier zugleich eine ringsumlaufende Gallerie, ein Pallisaden-Hohlbau, die Decke nicht horizontal, sondern um ebensoviel geneigt als der Kranenfall betrug; in der vorderen Pallisadenreihe Scharten eingeschnitten; bis unter dieselben Erdmaske, davor Spitzgraben. Auf der Sahle des Hohlraums die Pritschen. An der inneren Pallisadenreihe das Bankel angeschüttet. Der Eingang in einer der fünf Seiten; tamburirt. Im Hofraume drei Offizier-Hütten.

Die Hauptsache liegt in der Erklärung: Die Compagnie war bei ihrer Arbeit ganz auf ihre eigene Kraft und hauptsächlich auf den Infanterie-Spaten angewiesen. Das Werk — Unterkunft für 1½ Campagnie gewährend — hat 14 Tage Arbeit in Anspruch genammen. R. H.

4.

Die Technik der Reproduction von Militär-Karten und Plänen des k. k. Militär-geographischen Instituts zu Wien. Von O. Volkmar, k. k. Artillerie-Hauptmann. Wien 1880. Verlag des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités.

Die Staatsanstalt des „Militär-geographischen Instituts" datirt vom Jahre 1839, wo sie durch Vereinigung des Mailänder „Kriegs-Depots" (Deposito della guerra) mit der bereits früher in Wien bestandenen „tapagraphisch-lithographischen Anstalt des General-Quartiermeister-Stabes" gebildet wurde, und besitzt seit 1842 ihr eigenes Dienstgebäude (VIII, Rathhausstr. 7). „Gruppe II" dieses Instituts bildet die Section der Reproductians-Technik und zerfällt in falgende Abtheilungen:

1. Die Photographie mit dem Silber-Kopirproceß und der Chemigraphie;
2. Die Photalithographie mit dem Kohle- ader Pigment-Kapirproceß;
3. Die Heliographie nebst zugehöriger kleiner galvanoplastischer Abtheilung;
4. Der Kupferstich mit großer galvanoplastischer Abtheilung;
5. Die Lithagraphie;



6. Die Pressen-Abtheilung für den Kupfer-, lithographischen Handpressen- und Schnellpressen-Druck, nebst Reparaturwerkstatt, Tischlerei und Buchbinderei.

Das zugehörige technische Personal beläuft sich auf 222 Köpfe.

Mit besonderem Fleiße wird das noch junge Verfahren der Heliographie gepflegt, dessen Princip darin besteht, daß mit Hilfe der Photographie eine Kupferdruckplatte gewonnen wird, wie sie bis dahin nur die mühsame und schwierige Arbeit des Kupferstechers liefern konnte. Um Heliogravuren zu gewinnen, werden zunächst photographisch vom gezeichneten (oder in Linien gestochenen) Originale verkehrte Glasnegative durch Exposition der collodionirten Platte mit der Glasseite gegen das Objektiv gekehrt, erzeugt. Durch dieses verkehrte Negativ wird eine mit chromsaurem Kali lichtempfindlich gemachte Gelatinefolie zu einem Relief des Originales gemacht, da die Gelatine, so weit sie belichtet werden, im Wasser unlöslich stehen bleibt, während die nicht belichtet gewesene, im Wasser löslich geblieben, weggewaschen wird, und so das Relief giebt, welches auf eine vom Wasser undurchdringliche Fläche übertragen, dann getrocknet, mit Graphitpulver elektrisch leitend gemacht und schließlich in den galvanoplastischen Trogapparat eingelegt wird, in welchem die vertiefte Kupferplatte entsteht.

Der Vorstand der photographischen Abtheilung, E. Mariot, hat 1869 dasjenige (geheim gehaltene) heliographische Verfahren ersonnen, nach welchem im Institute gearbeitet wird.

Die Photographie kann selbstverständlich in diesem wie in jedem andern Falle das Original nur treu wiedergeben; um also durch die heliographische Vervielfältigung schöne Pläne und Karten zu gewinnen, müssen die Vorlagen schon eben so schön gezeichnet sein. Der Kupferstecher dagegen kann auch ein weniger schön gezeichnetes Original (wenn es nur korrekt ist) gebrauchen. Demnach wird die Heliographie zunächst vollendet gute Zeichner für das Original zur Bedingung machen, während sich der Kupferstich mit weniger geschickten und festen Zeichnerhänden begnügen kann; es wird dann — wenn auch die guten Zeichner zu beschaffen sind — die Herstellung eines Originals für die Heliographie erheblich mehr Zeit in Anspruch nehmen, wie die eines solchen als Vorlage für den Kupferstecher. Das weitere Verfahren ändert aber dann den summarischen Zeitbedarf und die Herstellungskosten sehr zu Gunsten der Heliographie. Es wird berechnet, daß die

Herstellung eines Blattes Specialkarte von etwa $1/3$ □ᵐ· Flächeninhalt (53/63ᶜᵐ·) nach der alten Methode etwa 4 Monate Zeichner-, und 26 Monate Kupferstecher-Arbeit, also $2^1/_2$ Jahre Zeit und 7200 Mark kosten würde. Eine gleich große Platte zur Heliogravure würde 12 Monat Zeichner-, 1 Monat heliographische und höchstens noch 3 Monate Retouchirarbeit, in Summa $1^1/_3$ Jahr Zeit und 3400 Mark kosten. Es ist zur Zeit eine österreichisch-ungarische Specialkarte in 1 : 75 000, Reduction der Original-Aufnahme in 1 : 25 000 in der Herausgabe begriffen, die mehr als 700 Blatt umfassen wird. Davon sind seit 1873 bereits über 300 Platten heliogravirt. Die Jahresleistung von rund 60 Specialkartenblättern würde 150 topographische Kupferstecher bedingen. Gute **Terrainzeichner** (zur Beschaffung der Vorbilder für die Heliogravure) sind immerhin erheblich leichter auszubilden als entsprechend geschulte Kupferstecher.

Die interessante Broschüre des Hauptmann **Volkmer** (der als technischer Referent des militärisch-geographischen Instituts mit dem Gegenstande aufs genauste vertraut sein muß) enthält in Bezug auf Apparate und Verfahren in vieler Beziehung sehr detaillirte Angaben; im Allgemeinen setzt sie aber, um durchweg mit vollem Nutzen gelesen zu werden, doch eine gewisse Bekanntschaft mit der einschlägigen Technik, insbesondere der Photographie, voraus.

R. II.

5.

Das schwimmende Flottenmaterial der Seemächte, eine kurzgefaßte Beschreibung der wichtigsten europäischen, amerikanischen und asiatischen Kriegsschiffe der neueren und neuesten Zeit. Von J. F. v. **Kronenfels**, k. k. Hauptmann d. R. Wien ꝛc. A. Hartleben, 1880.

Der Verfasser hat sich um Popularisirung der Kenntnisse von dem Materiale des Seekriegswesens bereits dadurch verdient gemacht, daß er die dritte bis zur Gegenwart ergänzte Auflage des populär-wissenschaftlichen Buches „Die Marine" (von dem verstorbenen Kontre-Admiral **Rudolf Brommy** und dem k. k. Fregatten-Kapitän a. D. und k. ungarischen See-Inspector **Heinrich**

v. Littrow verfaßt) besorgt hat. Demnächst hat er ein „Alphabetisches Verzeichniß der am häufigsten vorkommenden See-Ausdrücke" nebst deren Erklärung veröffentlicht. Die beiden angeführten sehr brauchbaren Orientirungswerke kosten 13,5 resp. 2,25 Mark.

Das in der Ueberschrift genannte neue dritte Werk soll in 4 Abtheilungen zu 3 Mark erscheinen und bis zum Herbste d. J. vollendet sein.

Schon der gewöhnliche Zeitungsleser wird oft das Verlangen empfinden, etwas genauer darüber orientirt zu sein, was er sich unter einem Batterieschiff, einem Kasemattschiff, einem Thurmschiff, einer Panzer-Fregatte, einer Glattdeck-Korvette u. s. w. vorzustellen habe. Die alten seetaktischen Kategorien Linienschiff, Fregatte, Korvette sind gänzlich antiquirt; Dampf und Panzer und Ramm-Sporn haben ein ganz neues Geschlecht von See-Kriegsfahrzeugen hervorgerufen, und es ist gar nicht so leicht, die mannigfaltigen Constructionen, die für die complicirten Aufgaben ersonnen und ausgeführt worden sind in wenige, leicht übersichtliche Klassen zu bringen.

Für Fachleute existiren bezügliche Compendien der „Schiffstypen-Kunde". Ihrer Ausführlichkeit entsprechend, sind sie kostspielig; die besten sind englisch, französisch, spanisch, schwedisch geschrieben und in einem Fache mit so überaus zahlreichen technischen Ausdrücken wie das Seewesen nützt die Bekanntschaft mit der Literatur- und Umgangssprache eines fremden Volkes wenig.

Das Kronenfels'sche Unternehmen verspricht daher eine Lücke auszufüllen, indem es sich vornimmt, dem Nicht-Seemann, insbesondere dem Landoffizier vom Generalstabe, von der Artillerie und vom Ingenieurcorps die Bekanntschaft mit den modernen Typen der See-Kriegsfahrzeuge und deren Vertretung in den verschiedenen Marinen zu vermitteln.

Gleich die erste Abtheilung des Werkes behandelt (von Seite 63 bis 142) Deutschland.

Eine kurze Uebersicht des Bestandes an Kriegsfahrzeugen von 1848 ab; ein chronologisches Verzeichniß von Schiffs-Zuwachs und -Abgang; ein alphabetisches Verzeichniß aller deutschen Kriegsschiffe und Kriegsfahrzeuge nebst kurzer Angabe ihrer Herkunft und ihres Verbleibs bilden die interessante Einleitung. Es werden danach die einzelnen Schiffstypen und die ihnen zugehörigen einzelnen Schiffe, besonders diejenigen, bei denen der Typus zum

deutlichsten Ausdruck kommt, nach Größe, Bauart und Armirung beschrieben und durch saubere bildliche Darstellungen erläutert. So giebt das Werk die Panzer-Fregatte Friedrich Karl im Längendurchschnitt des Schiffskörpers; die Panzer-Fregatte König Wilhelm in Längendurchschnitt, Längenansicht und Deckplan, sowie in einem die bauliche Construction vortrefflich veranschaulichenden perspektivisch behandelten halben Querdurchschnitt. Artilleristisch interessant sind die anschaulichen Darstellungen des Typus, der durch die Panzer-Fregatten Kaiser und Deutschland vertreten ist, desgleichen diejenigen der Preußen-Klasse (Friedrich der Große und der unglückliche Große Kurfürst nach demselben Typus).

Diese nach dem Modelle des englischen Monarch aber im Inlande erbauten Schiffe mit zwei Drehthürmen (jeder mit zwei Kruppschen langen 26 cm.-Ringkanonen) und je einem 17 cm.-Ringkanon in Bug und Heck sind durch Längenansicht, Geschützaufstellung in Deckplan, Längendurchschnitt und sehr detaillirtem, die Construction des Zellen-Bodens, die Panzerung und die Drehvorrichtung der Thürme genau darstellendem Querschnitt erläutert. Ebenfalls durch Zeichnung erläutert ist die hölzerne Panzer-Korvette Hansa (das einzige Exemplar dieses Typus); ferner die durch „Sachsen" vertretene Klasse (Bayern, Württemberg, Baden und eine noch zu erbauende Panzer-Korvette E), die, zur offensiven Küstenvertheidigung designirt, die Ostseehäfen sollten benutzen können und daher nicht über 6 m. Tauchung haben durften. Die für unsere besonderen Verhältnisse ersonnene und daher besonders interessante Construction ist durch Längenansicht, Grundriß der Geschützaufstellung und Querprofil am Hauptspant (Schiffsrippe) detaillirt.

Die Klasse der Panzer-Kanonenbote ist durch die Wespe in Längenansicht und Deckplan und zwei Querschnitte (Hauptspant und Spant vor dem doppelten Boden) vertreten.

Wie den besonderen Bedürfnissen, namentlich der Begünstigung der Fahrgeschwindigkeit*) bei den Kreuzern entsprochen wird, ist an der gedeckten Korvette Leipzig durch Wort und Bild deutlich gemacht. Den Beschluß bilden einige sehr instruktive Zeich-

*) Sie ist mit 15 Knoten normirt, d. h. 7,7m. pro Sekunde oder den Kilometer in 2 Minuten 10 Sekunden — etwa gleich der durchschnittlichen Personenzugs-Geschwindigkeit.



nungen von der Holz-Korvette Elisabeth, aus denen (namentlich der Land-Baukundige) Art, Form, Lage und Function aller Constructionstheile des Schiffskörpers mit voller Deutlichkeit entnehmen kann.

Das Kronenfels'sche Werk ist hiernach sehr geeignet, dem mit dem modernen Kriegsschiffbau noch nicht Bekannten eine ganz auskömmliche erste Orientirung zu gewähren; selbst die nöthigsten Kunstausdrücke lernt er nebenher durch die Zeichnungen und die zugehörigen Legenden kennen; es ist aber ferner von dauerndem Werth als Nachschlagebuch, da es nicht nur allgemein die Schiffs-Typen erklärt, sondern auch die Schiffs-Individuen der einzelnen Marinen klassificirt.

Selbstverständlich wird bei den allerwärts im Gange befindlichen Schiffs-Neu- und Umbauten die in einem gewissen Momente abgeschlossene Aufzählung des schwimmenden Flotten-Materials der Seemächte sehr bald unvollständig und ungenau sein. Es ist deshalb die Herausgabe von Ergänzungsheften vorbehalten, um auf dem Laufenden zu bleiben. Die jetzt begonnene und wie oben angeführt auf 4 Hefte berechnete Publication wird nur im Ganzen von der Verlagshandlung abgegeben. Der Preis von 12 Mark ist mit Rücksicht auf die elegante Ausstattung in Druck und Papier und die zahlreichen guten Holzschnitte (54 in den ersten 9 Bogen) nicht hoch zu nennen. R. II.



XXI.

Zur Theorie des Schießens.

Das Schießen, d. i. die Kunst, auf Grund der gemachten Beobachtungen in möglichst kurzer Zeit möglichst große Treffresultate gegen ein gegebenes Ziel zu erlangen, erscheint auf den ersten Anblick als eine rein empirische Thätigkeit. Für die Ausübung derselben geben den erforderlichen Anhalt die besonderen „Schießregeln", welche lediglich dem Boden praktischer Erwägungen entsprungen sind. Nichtsdestoweniger giebt es auch hier Punkte, die zu einer völlig einwandfreien Erledigung die Theorie nicht nur vertragen, sondern sogar erheischen. Einzelne dieser Punkte in der angedeuteten Weise zu erörtern und hierdurch vielleicht zur Klärung der Grundsätze einer rationellen Schießkunst beizutragen, ist der Zweck der vorliegenden Studie.

Legt man beim Schießen lediglich die Beobachtung der Kurz- und Weitschüsse zu Grunde, wie dies meistens der Fall sein wird, so ist eine sich stets aufdrängende Frage die nach der richtigen Anzahl der mit einer gewissen Erhöhung abzugebenden (Gruppen-) Schüsse. Es handelt sich hier für den das Schießen Leitenden darum, auf der einen Seite den Vorwurf einer unbegründeten Korrektur, auf der andern den der Munitions- und Zeitvergeudung zu vermeiden. Die Schießregeln der Fuß-Artillerie*) geben zur Lösung dieser Frage einen Anhalt, indem sie vorschreiben, je nach der Trefffähigkeit 3 bis 6 Gruppenschüsse abzugeben. Aus diesen soll erkannt werden, ob das beabsichtigte Verhältniß der Kurzschüsse zu sämmtlichen Schüssen erreicht ist oder nicht. Da aber das letztere

*) Zehnte Abtheilung des Handbuchs für die Offiziere der Königlich Preußischen Artillerie Seite 101, A 1 c.

thatsächlich in voller Reinheit nur selten zur Erscheinung kommt, so fragt es sich nun: Mit welchem Annäherungsverhältniß wird man sich in jedem einzelnen Falle zu begnügen haben? Sind die durch jene Zahlen gegebenen Grenzen nicht etwa nach Umständen zu eng oder zu weit gesteckt? Ist es z. B. jederzeit rationell, von der Berechtigung Gebrauch zu machen, schon (resp. erst) nach drei anfänglich nach derselben Richtung abweichenden Schüssen von der gehabten Erhöhung abzugehen?

Es leuchtet ein, daß die aufgeworfenen Fragen in ihrem letzten Grunde auf specifisch mathematischer Basis beruhen; demnach kann eine völlig befriedigende Antwort auch nur durch Ueberlegungen mathematischer Natur gewonnen werden; speciell geschieht dies nach den Theorien der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Die Grundanschauung, von der zur Präcisirung der Begriffe ausgegangen werden muß, ist nun die folgende, wohl festzuhaltende:

Für irgend eine Combination von Geschütz, Geschoß und Ladung entspricht einer bestimmten Erhöhung auch ein bestimmter mittlerer Treffpunkt, mithin bei gegebener Lage des Nullpunktes des Zieles eine nach den bekannten vorliegenden Streuungsverhältnissen leicht zu errechnende, zwischen den Werthen 0 und 1 liegende Wahrscheinlichkeit p für den einzelnen Kurz- „(—)" Schuß, mithin die Wahrscheinlichkeit 1—p für den einzelnen Weit- „(+)" Schuß.*) Hierbei ist zu beachten, daß, wenn theoretisch die Erhöhung als continuirlich — und nicht etwa, wie praktisch, sprungweise um $^1/_{16}{}^\circ$, $^2/_{16}{}^\circ$ u. s. w. — sich ändernd gedacht wird, die Eigenschaft der Continuität den möglichen Werthen von p ebenfalls zukommt.

Dies vorausgeschickt, stellt sich nun die nächste Frage, allgemein mathematisch gefaßt, folgendermaßen:

Welche Wahrscheinlichkeit W liegt dafür vor, daß bei einer bestimmten Erhöhung, also bei einem als bekannt angenommenen

---

*) Es ist nämlich offenbar p gleich dem in der bekannten Weise zu errechnenden, einer bestimmten Erhöhung zukommenden Verhältniß der unter einer gewissen Schußzahl befindlichen „—"-Schüsse zu dieser Gesammtschußzahl.

Wird, wie beim Schießen mit glatten Mörsern, die Correctur durch Aenderung der Ladung bewirkt, so ist natürlich die obige Fassung sinngemäß zu modificiren.

Verhältniß p der „—"-Schüsse zu sämmtlichen Schüssen von n hintereinander abgegebenen Schüssen m-Schüsse als „—" und n—m-Schüsse als „+" beobachtet werden? (Die Beobachtungen sind selbstverständlich als zutreffend angenommen, und fragliche Schüsse ausgeschlossen.)

Die geforderte Bedingung kann offenbar durch jede der möglichen Aufeinanderfolgen der „—"- und „+"-Schüsse erfüllt werden. Die Anzahl derselben ist aber die der Permutationen von n Elementen, von denen m einander gleich, und die übrigen n—m ebenfalls einander gleich sind, also:

$$= \frac{n!}{m!\,(n-m)!} = n_m \quad *)$$

Die Wahrscheinlichkeit für irgend eine jener möglichen Aufeinanderfolgen von n-Schüssen, von denen m „—" und n—m „+" sein sollen, ist ferner $= p^m \,.\, (1-p)^{n-m}$; demnach ist die gesuchte Wahrscheinlichkeit:

$$1) \qquad \mathfrak{W} = n_m \,.\, p^m \,.\, (1-p)^{n-m}$$

Man ersieht, daß die einzelnen Wahrscheinlichkeiten, die sich bei demselben p und n durch successive Annahme der Werthe 0, 1, 2, ... n—1, n für m ergeben, Glieder des Binoms $(p + (1-p))^n$ sind, und daß ihre Summe, wie natürlich, = 1 ist.

Im Anschluß an die eben behandelte Frage ist auch noch die folgende von Interesse:

Haben sich bei einem bestimmten bekannten Verhältniß p der „—"-Schüsse zur Gesammtschußzahl unter n Schüssen m als „—", also n—m als „+" ergeben, welche Wahrscheinlichkeit $\mathfrak{W}_{(-)}$ existirt, daß der nächstfolgende — $(n+1)^{te}$ — Schuß „—", welche Wahrscheinlichkeit $\mathfrak{W}_{(+)}$, daß derselbe „+" beobachtet werde?

Es verhält sich offenbar $\mathfrak{W}_{(-)}$ zu $\mathfrak{W}_{(+)}$ wie die Wahrscheinlichkeit, daß unter n + 1 Schüssen m + 1 „—" vorkommen, zu der Wahrscheinlichkeit, daß unter n + 1 Schüssen m „—" vorhanden sind; also ist:

---

*) Es ist bekanntlich: $n! = 1 . 2 \ldots\ldots (n-1)\, n$ und

$$n_m = \frac{n\,(n-1) \ldots\ldots\ldots (n-m+2)\,(n-m+1)}{1 \,.\, 2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (m-1) \,.\, m}.$$

$$\mathfrak{W}_{(-)} : \mathfrak{W}_{(+)} = (n+1)_{m+1} \cdot p^{m+1} \cdot (1-p)^{n-m} :$$

$$(n+1)_m \cdot p^m \cdot (1-p)^{n-m+1}$$

oder:

2a) $\mathfrak{W}_{(-)} : \mathfrak{W}_{(+)} = (n-m+1)\ p : (m+1)\ (1-p)$

wo natürlich:

2b) $\mathfrak{W}_{(-)} + \mathfrak{W}_{(+1)} = 1$

sein muß.

Berechnet man für verschiedene p, n und m die entsprechenden Werthe der Wahrscheinlichkeiten, so kann man schon hieraus einige interessante Folgerungen ableiten:

Für irgend ein vorliegendes Verhältniß p ist bei demselben n die Wahrscheinlichkeit W für dasjenige m allerdings am größten, welches genau $\frac{m}{n} = p$ macht. Diese Werthe von W nehmen aber mit wachsendem n ab. So ist z. B. für ein vorliegendes Verhältniß $1/2$ der „—"-Schüsse zur Gesammtschußzahl die Wahrscheinlichkeit, daß unter 10 Schüssen gerade 5 „—" seien, ungefähr nur halb so groß, als die Wahrscheinlichkeit, daß unter 2 Schüssen 1 Schuß „—" sei (0,50 gegen ca. 0,246).

Es trifft außerdem aber durchaus nicht immer zu, wie man etwa von vornherein anzunehmen geneigt sein könnte, daß dasjenige m einen Maximalwerth von W liefert, für welches $\frac{m}{n}$ am meisten angenähert zu p wird. Dieser Mangel tritt um so merkbarer hervor, je mehr p von dem mittelsten Verhältniß $1/2$ abweicht. So ist z. B. bei einem Verhältniß $1/10$ der „—"-Schüsse zu sämmtlichen Schüssen die Wahrscheinlichkeit dafür, daß unter 8 Schüssen alle „+" sind, noch größer als dafür, daß ein einziger „—" ausfalle (0,430 gegen 0,382). Für $p = 1/5$ ist bei 3 Schüssen, von denen alle „+" sein sollen, W noch etwas größer als $1/2$ (= 0,512); bei demselben p und bei 4 Schüssen ist es vollkommen gleich wahrscheinlich, daß alle „+", als daß unter ihnen nur einer „—" vorkomme, u. s. w.

Man hat demnach in den meisten Fällen mit nur geringer Wahrscheinlichkeit zu erwarten, daß selbst bei derjenigen Erhöhung, welcher thatsächlich — wenn auch gewissermaßen implicite — das beabsichtigte Verhältniß der Kurzschüsse zu sämmtlichen Schüssen zukommt, das letztere wirklich und rein bei einem Schießen zum Ausdruck gelange. Dagegen ist stets ein genügend großes Maß von Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden, daß entweder das wirklich vorliegende oder eines resp. einige der nächst benachbarten Verhältnisse beim Schießen eintreten.

So ist z. B. bei einem vorliegenden Verhältniß $p = \frac{1}{2}$ die Wahrscheinlichkeit dafür, daß unter 10 Schüssen entweder 5 Schüsse „—" oder 4 oder 6 Schüsse „—" beobachtet werden $= 0{,}246 + 2 \,.\, 0{,}205 =$ ca. $0{,}66$. Ermäßigt man die Forderung dahin, daß bei $p = \frac{1}{2}$ unter 10 Schüssen entweder 5, oder 4 oder 6, oder 3 oder 7 „—" gehen sollen, so ist die betreffende Wahrscheinlichkeit dafür, daß einer dieser Fälle eintrete, $= 0{,}246 + 2 \,.\, 0{,}205 + 2 \,.\, 0{,}117 =$ ca. $0{,}89$.

Die obigen Formeln 1) und 2) reichen noch nicht aus, um aus ihnen bequem wirkliche Regeln für die Schießpraxis herzuleiten. Die letztere stellt nämlich die der oben behandelten gerade entgegengesetzten Aufgabe. Hier handelt es sich darum, nach einer gewissen Zahl von „—"- und „+"-Schüssen zu erkennen, welches Verhältniß der Kurzschüsse zu sämmtlichen Schüssen denn wahrscheinlich vorliege, um hiernach die Entscheidung zu treffen, ob die angewandte Erhöhung beizubehalten oder zu verlassen sei. Das angeregte Problem soll hier folgendermaßen behandelt werden.

Sind thatsächlich n Schüsse abgegeben, und von diesen m als „—", also $n - m$ als „+" beobachtet worden, so sei W die Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Verhältniß der „—"-Schüsse zur Gesammtschußzahl zwischen 0 und p liege; mithin bezeichnet dW dasjenige unendlich kleine Maß der Wahrscheinlichkeit, daß dieses zwischen p und $p + dp$ liege. Es ist aber offenbar dW dem Ausdruck von W in 1) proportional. Bedeutet h eine noch zu bestimmende Constante, so hat man demnach:

$$3) \qquad dW = h \,.\, p^{m} \,.\, (1-p)^{n-m} \,.\, dp$$

In dieser Gleichung wird nun dasjenige $p = \varphi$ das wahr-

scheinlichste sein, welches $\frac{dW}{dp}$ zu einem Maximum macht. Differenzirt man 3), so ergiebt sich:

$$\frac{d^2W}{dp^2} = h \left[m p^{m-1} . (1-p)^{n-m} - (n-m)(1-p)^{n-m-1} . p^m\right]$$

$$= h . p^{m-1} . (1-p)^{n-m-1} . \left[m - np\right] .$$

Setzt man $\frac{d^2W}{dp^2} = 0$, so erhält man:

$$4) \qquad p = \varphi = \frac{m}{n}$$

Daß φ in der That für Gleichung 3) ein Maximum ergiebt, ist durch die Bildung von $\frac{d^3W}{dp^3}$ leicht zu erweisen und übrigens auch a priori klar.

Man erhält nun durch Integration von Gleichung 3) zwischen den Grenzen 0 und p:

$$5) \qquad W = h\int_0^p p^m . (1-p)^{n-m} dp \quad *)$$

Die Auswerthung des Integrals kann geschehen entweder, indem man das Binom $(1-p)^{n-m}$ nach dem binomischen Lehrsatze entwickelt, dann jedes Glied mit p^m multiplicirt und integrirt, oder durch successive Anwendung der theilweisen Integration. Im letzteren Falle kann man einmal so verfahren, daß man nach und nach die Exponenten von p erhöht, die von $1-p$ erniedrigt, das andere Mal in umgekehrter Weise. Hierdurch erhält man drei formell verschiedene Ausdrücke für W:

$$6a) \quad W = h \left[\frac{1}{m+1} \cdot p^{m+1} - \frac{n-m}{m+2} \cdot p^{m+2} + \frac{(n-m)_2}{m+3} . p^{m+3} - + \ldots . + (-1)^{n-m-1} . \frac{n-m}{n} . p^n + (-1)^{n-m} . \frac{1}{n+1} \cdot p^{n+1}\right]$$

*) Es ist leicht, dem obigen Integral, als dem Ausdruck des Flächeninhalts einer auf rechtwinklige Coordinaten bezogenen ebenen Curve eine anschauliche geometrische Bedeutung zu geben. Doch wird hiervon an dieser Stelle Abstand genommen, um den Untersuchungen keine zu große Ausdehnung zu geben.

$$6b)\quad W = h\left[\frac{p^{m+1}}{m+1}\cdot(1-p)^{n-m} + \frac{n-m}{(m+1)}\cdot\frac{p^{m+2}}{(m+2)}\cdot\right.$$

$$(1-p)^{n-m-1} + \frac{(n-m)(n-m-1)\ldots\ldots 3\,.\,2}{(m+1)(m+2)\ldots\ldots(n-2)(n-1)}\cdot$$

$$\left.\frac{p^n}{n}(1-p) + \frac{(n-m)(n-m-1)\ldots 2\,.\,1}{(m+1)(m+2)\ldots(n-1)\,n}\cdot\frac{p^{n+1}}{(n+1)}\right]$$

$$6c)\quad W = h\left[-\frac{(1-p)^{n-m+1}}{n-m+1}\cdot p^m - \frac{m}{(n-m+1)}\cdot\right.$$

$$\frac{(1-p)^{n-m+2}}{(n-m+2}\cdot p^{m-1} - \frac{m\,.\,(m-1)\ldots\,3\,.\,2}{(n-m+1)(n-m+2)\ldots(n-2)(n-1)}$$

$$\cdot\frac{(1-p)^n}{n}p - \frac{m\,.\,(m-1)\ldots\ldots 2\,.\,1\,.\,(1-p)^{n+1}}{(n-m+1)(n-m+2)\ldots(n-1)\,.\,n\,(n+1)}$$

$$\left.+\frac{m\,.\,(m-1)\ldots\ldots\ldots 2\,.\,1}{(n-m+1)(n-m+2)\ldots(n-1)\,n}\cdot\frac{1}{(n+1)}\right]$$

Da m und $n-m$ ganze positive Zahlen oder 0 sind, so haben die Reihen eine endliche Anzahl Glieder.

Die Berechnung der noch unbestimmten Constanten h kann nun leicht erfolgen, wenn man berücksichtigt, daß für $p = 1$ auch $W = 1$ werden muß.

Aus 6b) und 6c) folgt nun:

$$7)\quad h = (n+1)\,.\,n_{n-m} = (n+1)\,.\,n_m$$

Es sind also die Werthe von h bei demselben n für zwei solche die Anzahl der „—"-Schüsse angebenden Zahlen, deren Summe sich gegenseitig zu n ergänzt, einander gleich.

Multiplizirt man die Gleichungen 6b) und 6c) mit h durch, so ersieht man, daß man auch schreiben kann:

$$8a)\quad W = p^{n+1} + (n+1)\,p^n\,.\,(1-p) + (n+1)_2\,p^{n-1}\,.$$
$$(1-p)^2 + \ldots + (n+1)_{n-m}\,.\,p^{m+1}\,.\,(1-p)^{n-m}$$

oder auch:

$$8b)\quad W = 1 - \left[(n+1)_{n-m+1}\,.\,p^m\,.\,(1-p)^{n-m+1} + \right.$$
$$(n+1)_{n-m+2}\,.\,p^{m-1}\,.\,(1-p)^{n-m+2} + (n+1)\,.\,p\,(1-p)^n +$$
$$\left.(1-p)^{n+1}\right]$$

Die gesuchte Wahrscheinlichkeit W, daß bei n Schüssen, von denen m „—" und n—m „+" beobachtet worden sind, das Verhältniß der Kurzschüsse zur Gesammtschußzahl zwischen 0 und p liege, ist demnach dargestellt durch die Summe der ersten n—m+1 Glieder des entwickelten, nach fallenden Potenzen von p geordneten Binoms:

$$(p + (1-p))^{n+1}$$

Bezeichnet man ferner durch entsprechende Indices die Ausdrücke für W bei demselben n, aber für verschiedene Anzahlen der „—"-Schüsse und bei wechselndem p, so ergiebt sich auch aus 8a) und 8b), wenn man in der letzteren Gleichung anstatt m n—m, anstatt p 1—p setzt, durch Addition:

$$9)\quad W(m, p) + W(n-m, 1-p) = 1$$

Es wird nun für die weitere Rechnung nothwendig, die Wahrscheinlichkeit $W(m, \varphi)$ für den Fall zu ermitteln, daß $p = \varphi$ wird, d. h. das Verhältniß zwischen 0 und dem wahrscheinlichsten Werthe $\varphi = \frac{m}{n}$ liegt. Die Berechnung geschieht am einfachsten nach 8a) oder 8b), indem man $p = \varphi = \frac{m}{n}$ setzt. (Man findet unter anderem mit Benutzung von 9), daß für $m = \frac{n}{2}$, also $\varphi = 1 - \varphi = \frac{1}{2}$ stets ist:

$$9a)\quad W\left(\frac{n}{2}, \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2}$$

Die Gleichungen 9) und 9a) waren übrigens a priori zu folgern.)

Handelt es sich darum, für einen gegebenen Werth von W das entsprechende p zu berechnen, so benutzt man am bequemsten die Gleichung 6a). Diese ist in Bezug auf p algebraisch und vom $(n+1)^{ten}$ Grade. Ihre Lösung erfolgt am einfachsten nach der Newtonschen Näherungsmethode.

Nennt man nämlich die Summe in der [ ]-Klammer von 6a) der Einfachheit halber f(p), wodurch aus dieser Gleichung

$$10)\quad f(p) - W = 0$$

wird, und bedeutet R einen solchen Näherungswerth von p, daß der hierbei begangene Fehler ϱ zwischen —1 und +1 liegt (was hier ohne Weiteres jederzeit stattfindet), so ist bekanntlich:

$$11)\quad \varrho = -\frac{h\,f(R) - W}{h\,f'(R)} = -\frac{h\,f(R) - W}{h\,R^m(1-R)^{n-m}}$$

Jetzt erhält man für p den genaueren Werth $R + \varrho$, mit welchem bis zu dem gewünschten Grade von Genauigkeit in derselben Weise weiter verfahren werden kann.

Es sei weiter α eine Zahl zwischen 0 und $+ 1$.

Nun nehme man für W an:

einmal $\alpha W(m, \varphi)$, wodurch in 10) p zu r_1 werde und das zweite Mal $1 - \alpha + \alpha W(m, \varphi)$ " " " " " r_2 "
dann liegt offenbar die Wahrscheinlichkeit $1 - \alpha$ dafür vor, daß, wenn von n Schüssen m als „—", also $n - m$ als „+" beobachtet sind, das richtige Verhältniß der „—"-Schüsse zur Gesammtschußzahl zwischen r_1 und r_2 liege.

Legt man endlich der Größe α den Werth $\frac{1}{2}$ bei, wodurch r_1 zu s_1 und r_2 zu s_2 werden möge, so geben s_1 und s_2 die Grenzen der 50-procentigen, d. h. der mittleren Streuung an, innerhalb deren unter den obigen Bedingungen das richtige Verhältniß sich bewegen muß. (Die ganze Streuung liegt natürlich jederzeit zwischen den Grenzen 0 und 1.)

Zur Berechnung der Zahlenwerthe von s_1 und s_2 lassen sich genügend genaue Näherungswerthe R, nachdem einzelne der ersten Werthe dieser Größen ermittelt worden sind, durch proportionale Interpolation leicht finden. Da ein hoher Grad von Genauigkeit für die Praxis nicht erforderlich ist, so wird für jedes s_1 und s_2 eine einzige Correction (nach Gleichung 11) genügen.

Am bequemsten verfährt man, wenn man für ein bestimmtes n diejenigen s_1 und s_2 berechnet, welche sich ergeben, wenn man für m successive die Werthe $n, n - 1$, bei geradem n bis $\frac{n}{2}$, bei ungeradem n bis $\frac{n+1}{2}$ annimmt.

Für die übrigen m von $\frac{n}{2} - 1$ resp. $\frac{n-1}{2}$ bis 0 ergeben sich die zugehörigen s_1 und s_2 leicht unter Berücksichtigung der Gleichung 9).

In der folgenden Tabelle sind bis $n = 10$ die entsprechenden Werthe der wahrscheinlichsten Verhältnisse, die Werthe von s_1 und s_2, und die Maße der mittleren Streuungen $s_2 - s_1$ bis auf zwei Decimalstellen genau angegeben.

Es sind abgegeben Schüsse	Von diesen sind beobachtet worden als:		Wahrscheinlichster Werth des Verhältnisses der „—“-Schüsse z. Gesammtschußzahl	Die mittlere Streuung dieses Verhältnisses liegt zwischen		Maß dieser mittleren Streuung
	„—“	„+“				
n	m	n—m	$\varphi = \frac{m}{n}$	s_1	und s_2	$s_2 - s_1$
1	0	1	0	0	0,29	0,29
	1	0	1	0,71	1	0,29
2	0	2	0	0	0,21	0,21
	1	1	0,50	0,33	0,67	0,35
	2	0	1	0,79	1	0,21
3	0	3	0	0	0,16	0,16
	1	2	0,33	0,21	0,51	0,30
	2	1	0,67	0,49	0,79	0,30
	3	0	1	0,84	1	0,16
4	0	4	0	0	0,13	0,13
	1	3	0,25	0,16	0,42	0,26
	2	2	0,50	0,36	0,64	0,28
	3	1	0,75	0,58	0,84	0,26
	4	0	1	0,87	1	0,13
5	0	5	0	0	0,11	0,11
	1	4	0,20	0,13	0,35	0,22
	2	3	0,40	0,28	0,54	0,25
	3	2	0,60	0,46	0,72	0,25
	4	1	0,80	0,65	0,87	0,22
	5	0	1	0,89	1	0,11
6	0	6	0	0	0,09	0,09
	1	5	0,17	0,11	0,30	0,19
	2	4	0,33	0,24	0,47	0,23
	3	3	0,50	0,38	0,62	0,25
	4	2	0,67	0,53	0,76	0,23
	5	1	0,83	0,70	0,89	0,19
	6	0	1	0,91	1	0,09

Es sind abgegeben Schüsse	Von diesen sind beobachtet worden als:		Wahrscheinlichster Werth des Verhältnisses der „—"-Schüsse z. Gesammtschußzahl	Die mittlere Streuung dieses Verhältnisses liegt zwischen		Maß dieser mittleren Streuung
	„—"	„+"				
n	m	n—m	$\varphi = \frac{m}{n}$	s_1 und	s_2	$s_2 - s_1$
7	0	7	0	0	0,08	0,08
	1	6	0,14	0,09	0,26	0,17
	2	5	0,29	0,20	0,41	0,21
	3	4	0,43	0,32	0,55	0,23
	4	3	0,57	0,45	0,68	0,23
	5	2	0,71	0,59	0,80	0,21
	6	1	0,86	0,74	0,91	0,17
	7	0	1	0,92	1	0,08
8	0	8	0	0	0,07	0,07
	1	7	0,125	0,08	0 23	0,15
	2	6	0,25	0,18	0,37	0,19
	3	5	0,375	0,28	0,49	0,21
	4	4	0,50	0,39	0,61	0,22
	5	3	0,625	0,51	0,72	0,21
	6	2	0,75	0,63	0 82	0,19
	7	1	0,875	0,77	0,92	0,15
	8	0	1	0,93	1	0,07
9	0	9	0	0	0,07	0,07
	1	8	0,11	0,07	0,19	0,12
	2	7	0,22	0,16	0,33	0,17
	3	6	0,33	0,25	0,44	0,19
	4	5	0,44	0,35	0,55	0,20
	5	4	0,56	0,45	0,65	0,20
	6	3	0,67	0,56	0,75	0,19
	7	2	0,78	0,67	0,84	0,17
	8	1	0,89	0,81	0,93	0,12
	9	0	1	0,93	1	0,07
10	0	10	0	0	0,06	0,06
	1	9	0,10	0,06	0,19	0,13
	2	8	0,20	0,14	0,30	0,16
	3	7	0,30	0,22	0,40	0,18
	4	6	0,40	0,31	0,50	0,19
	5	5	0,50	0,40	0,60	0,20
	6	4	0 60	0,50	0,69	0,19
	7	3	0,70	0,60	0,78	0,18
	8	2	0,80	0,70	0,86	0,16
	9	1	0,90	0,81	0,94	0,13
	10	0	1	0,94	1	0,06

Aus dem Anblick der Tabelle lassen sich nun einige charakteristische Eigenthümlichkeiten der zur Berechnung gekommenen Größen erkennen.

1) Im Großen und Ganzen nehmen die Maße der mittleren Streuungen — wenn auch nur langsam — mit wachsendem n ab. Das größtmögliche Maß (für $n = 2$, $m = 1$) beträgt 0,35.

2) Bei demselben n werden die Maße der mittleren Streuungen um so kleiner, je näher m den äußersten Werthen $m = 0$ und $m = n$ rückt.

3) Während im Allgemeinen die Grenzen der mittleren Streuungen bei demselben n für benachbarte m in einander übergreifen, giebt es für die ersten n (bis $n = 8$, wenn man eine Genauigkeit bis zur zweiten Decimalstelle verlangt) einerseits zwischen $m = 0$ und $m = 1$, andererseits zwischen $m = n - 1$ und $m = n$ — um einen an sich verständlichen bildlichen Ausdruck zu gebrauchen — unbestrichene Räume.

So sind z. B. bei einem Schuß Verhältnisse zwischen 0,29 und 0,71, bei zwei Schüssen Verhältnisse zwischen 0,21 und 0,33 und zwischen 0,67 und 0,79 überhaupt nicht innerhalb irgend einer der vorkommenden mittleren Streuungen enthalten.

Um einen völlig klaren Ueberblick über die Natur der betrachteten Größen zu gewinnen, würde noch die Untersuchung zu führen sein, ob die Maße der mittleren Streuungen bei unbegrenzt wachsendem n, aber einem endlichen, zwischen 0 und 1 liegenden wahrscheinlichsten Verhältniß $\varphi = \frac{m}{n}$ etwa gegen gewisse endliche — von Null verschiedene — Grenzwerthe convergiren oder nicht.

Zur Entscheidung dieser Frage wird es genügen, die Function $\frac{dW}{dp}$ in 3) in Bezug auf die Werthe zu discutiren, welche dieselbe bei $n = \infty$ mit wechselndem p annimmt.

Man kann aber mit Berücksichtigung von 7) und, da $m = n\varphi$ ist, Gleichung 3) auch schreiben:

$$\frac{dW}{dp} = (n+1)\,\frac{1\left(1-\frac{1}{n}\right)\left(1-\frac{2}{n}\right)\cdots\cdots}{\frac{1}{n}\cdot\frac{2}{n}\cdot\frac{3}{n}\cdots\cdots}$$

$$\frac{\left(1-\varphi+\frac{3}{n}\right)\left(1-\varphi+\frac{2}{n}\right)\left(1-\varphi+\frac{1}{n}\right)}{\left(\varphi-\frac{2}{n}\right)\cdot\left(\varphi-\frac{1}{n}\right)\cdot\varphi}\cdot p^{n\varphi}\cdot(1-p^{n(1-\varphi)}$$

Nimmt man von beiden Seiten die (natürlichen) Logarithmen, so ist auch:

$$l\left(\frac{dW}{dp}\right) = l\,(n+1) + n\,l\left(p^{\varphi}\cdot(1-p)^{1-\varphi}\right) +$$

$$\left[l\,(1) + l\left(1+\frac{1}{n}\right) + \ldots + l\left(1-\varphi+\frac{2}{n}\right) + l\left(1-\varphi+\frac{1}{n}\right)\right]$$

$$-\left[l\left(\frac{1}{n}\right) + l\left(\frac{2}{n}\right) + \ldots\ldots + l\left(\varphi-\frac{1}{n}\right) + l\,(\varphi)\right]$$

Läßt man jetzt $n=\infty$ werden, so erkennt man, daß die Ausdrücke in den []-Klammern durch bestimmte Integrale dargestellt werden können. Nennt man etwa $\frac{1}{n} = dx$, so kann man auch schreiben:

$$l\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = l\,(n+1) + n\,l\left(p^{\varphi}\,(1-p)\right)^{1-\varphi}$$

$$+\, n\int_{1-\varphi}^{1} lx\;dx - n\int_{0}^{\varphi} lx\;dx$$

Nun ist aber $\int lx\,dx + x\,l\,x - x + C$, also ergiebt sich durch Einsetzung der Integrations-Grenzen, und wenn man berücksichtigt, daß $0\,l\,(0) = 0$ ist,

$$12)\quad l\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = l\,(n+1) + n\,l\left(p^{\varphi}(1-p)^{1-\varphi}\right)$$

$$-\,n\,l\left(\varphi^{\varphi}(1-\varphi)^{1-\varphi}\right) = l\,(n+1) + n\,l\left(\left(\frac{p}{\varphi}\right)^{\varphi}\cdot\left(\frac{1-p}{1-\varphi}\right)^{1-\varphi}\right)$$

Der Maximalwerth von $\frac{dW}{dp}$ wird erreicht, wenn $p = \varphi$ wird. In diesem Falle nimmt das zweite Glied in 12) die unbestimmte Form $\infty . 1(1)$ an. Um diese zu untersuchen, substituire man $p = \varphi + u$, wodurch man erhält:

$$1\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = 1(n+1) + n\left[\varphi\, 1\left(1+\frac{u}{\varphi}\right) + (1-\varphi)\, 1\left(1-\frac{u}{1-\varphi}\right)\right]$$

Entwickelt man die beiden letzten Logarithmen in unendliche convergente Reihen und zieht zusammen, so ergiebt sich jetzt:

$$12a)\quad 1\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = 1(n+1) - n\left[\frac{u^2}{2}\left(\frac{1}{\varphi}+\frac{1}{1-\varphi}\right) - \frac{u^3}{3}\left(\frac{1}{\varphi^2}-\frac{1}{(1-\varphi)^2}\right) + - \ldots\right]$$

Der Ausdruck in der [ ]-Klammer bleibt für jeden endlichen Werth von u zwischen $u = -\varphi$ und $u = 1 - \varphi$ positiv und endlich, werde etwa $= k$; also wird in diesem Falle

$$1\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = 1(n+1) - k \,.\, n$$

Da aber $1(n+1) - kn$ für $n = \infty$ und ein endliches positives $k = -\infty$ wird, so wird in diesem Falle stets:

$$\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = 0.$$

Legt man dagegen der Größe u Werthe zwischen 0 und $\frac{a}{\sqrt{n}}$ bei, wo a eine endliche Zahl sein soll, also u eine unendlich kleine Zahl (von der Ordnung $^1/_2$) ist, so erkennt man, daß

$$1\left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = 1(n+1), \text{ also } \left(\frac{dW}{dp}\right)_{n=\infty} = +\infty \text{ wird.}$$

Mit unbegrenzt wachsendem n nimmt also die Function $\frac{dW}{dp}$ einen eigenthümlichen Verlauf. Sie bleibt nämlich für alle Werthe von p zwischen 0 und 1 gleich Null; nur in unendlicher Nähe des Werthes $p = \varphi$ erlangt sie plötzlich den Werth $+\infty$.

Hieraus folgt, daß in dem Integral Gleichung 5) bei $n = \infty$ für ein jedes W die Integrationsgrenzen sich auch nur um unendlich kleine Größen von einander unterscheiden können,*) d. h.:

4) Mit unbegrenzt wachsender Schußzahl nehmen bei jedem eintretenden Verhältniß der Kurzschüsse zur Gesammtschußzahl die Maße der mittleren Streuungen stetig ab und convergiren gegen Null.

Die letzte Folgerung kann man praktisch auch so aussprechen: Das thatsächlich erschossene Verhältniß wird mit zunehmender Schußzahl je mehr und mehr das wirklich richtige.

Für den praktischen Gebrauch der Tabelle würde nun folgende einfache Regel hervorgehen, deren Rationalität von selbst einleuchtet:

S o l a n g e d a s i m S c h i e ß p l a n b e a b s i c h t i g t e V e r h ä l t n i ß i n n e r h a l b d e r b e z ü g l i c h e n m i t t l e r e n S t r e u u n g s i c h b e f i n d e t, i s t d i e a n g e w a n d t e E r h ö h u n g j e d e n f a l l s b e i z u b e h a l t e n; a n d e r n f a l l s i s t s i e z u v e r l a s s e n, wofern nicht etwa das beabsichtigte Verhältniß gerade in einen der oben definirten unbestrichenen Räume fällt.

Hierbei ist zu beachten, daß in praxi das beabsichtigte Verhältniß selbst nicht durch eine einzige Zahl, sondern vielmehr durch zwei Grenzwerthe angegeben ist. Diese entsprechen bekanntlich den Maßen, um welche die Hälfte der practisch noch als zulässig erachteten kleinsten Erhöhungscorrectur den mittleren Treffpunkt einmal nach vorwärts, das anderemal nach rückwärts verlegt.

---

*) Man kann einwenden: Für $W = 1$ müssen die Integrationsgrenzen stets 0 und 1 werden. Dies ist allerdings richtig. Da aber bei $n = \infty$ nur in unendlicher Nähe von $p = \varphi$, die Function $\frac{dW}{dp}$ von Null verschieden ist, so können die obigen endlichen Grenzen keinen andern Werth für das bestimmte Integral liefern, als die entsprechenden einander unendlich nahe gerückten (deren Differenz eine unendlich kleine Größe von der Ordnung $\frac{1}{n}$ ist), nämlich in beiden Fällen den Maximalwerth 1.

Man kann übrigens ableiten, daß bei unendlichem n die Werthe von W für die Grenzen 0 und φ gegen folgende Grenzwerthe convergiren:

für $\varphi = 0$ gegen den Grenzwerth 0,
„ $\varphi = 1$ „ „ „ 1,
für jedes andere endliche φ „ „ „ $\frac{1}{2}$.

Liegt das beabsichtigte Verhältniß zwischen 0,29 und 0,71, so ersieht man, daß dann mit einem Schuß dasselbe überhaupt nicht in die mittlere Streuung zu bringen ist; daß also in solchen Fällen ein erster Schuß nicht als eigentlicher Gruppenschuß aufzufassen ist.

Die Frage, ob eine Correctur nach drei — event., wie die „Erläuterungen" 2c.*) unter Umständen gestatten, schon nach zwei — Schüssen, welche hintereinander anfänglich nach derselben Richtung abgewichen sind, begründet ist, beantwortet sich nun aus den Daten der Tabelle folgendermaßen:

Es ist event. nach 2 Schüssen zu corrigiren, wenn das beabsichtigte Verhältniß zwischen den Werthen 0 und 0,21 resp. 0,79 und 1, nach 3 Schüssen, wenn es zwischen 0 und 0,16 resp. 0,84 und 1 liegt.

Die Angabe der allegirten Anmerkung der „Erläuterungen", nach welcher eine Correctur nach 2 Schüssen bei einem Verhältniß ¼ und darunter gestattet ist, kann demnach als hinreichend richtig erachtet werden, ebenso ist der Eingangs angezogene Text der „Schießregeln", nach welchem eine Correctur nach 3 Schüssen berechtigt ist, im Allgemeinen als zutreffend zu bezeichnen, da soweit von ½ abweichende Verhältnisse wie 0,16 resp. 0,84 beim Schießen der Fuß-Artillerie nur selten vorkommen.

Zum Schluß mögen noch zwei Beispiele für den Gebrauch der Tabelle folgen.

I. Das beabsichtigte Verhältniß der Kurzschüsse zur Gesammtschußzahl liege nach dem Schießplan zwischen 0,30 und 0,70.

Da die Werthe 0,30 und 0,70 bei 2 Schüssen noch in unbestrichene Räume fallen, so sind mindestens 3 Schüsse abzugeben.

Es müssen als „—" beobachtet werden:

von	3	Schüssen	1	bis	2
„	4	„	1	„	3
„	5	„	1	„	4
„	6	„	1	„	5
„	7	„	2	„	5
„	8	„	2	„	6
„	9	„	2	„	7
„	10	„	2	„	8

*) Zehnte Abtheilung des Offizier-Handbuches Seite 163, Anm.

Man erkennt, wie weit die gesteckten Toleranzen sein müssen; diese sind allerdings hauptsächlich durch die — in der Praxis mitunter noch größer vorkommenden — Grenzen hervorgerufen. Zu bemerken ist, daß, wenn auch das beabsichtigte Verhältniß als äußerste Grenzen 0,30 resp. 0,70 annimmt, man sich beim Schießen rationell doch noch event. mit 0,20 resp. 0,80 zu begnügen hat.

II. Das beabsichtigte Verhältniß liege zwischen 0,17 und 0,25 ($1/6$ bis $1/4$).

Da 0,17 (und sogar 0,25) kleiner als 0,29 ist, so erkennt man, daß man theoretisch auch den ersten Schuß als Gruppenschuß aufzufassen hat.

Es müssen als „—" beobachtet werden:

von	1	Schuß	0	
=	2	Schüssen	0 bis 1	(da 0,25 in den unbestrichenen Raum fällt)
=	3	=	0 = 1	(= 0,17 = = = = =)
=	4	=	0 = 1	(= 0,17 = = = = =)
=	5	=	1	
=	6	=	1 = 2	
=	7	=	1 = 2	
=	8	=	1 = 2	
=	9	=	1 = 3	
=	10	=	1 = 3	

Bemerkenswerth ist bei diesem Beispiel, daß entgegen der „Schießregel" hier sogar bei 4 Schuß noch kein Wechsel der Schußvorzeichen einzutreten braucht. Veranlaßt ist diese Abweichung, wie schon oben angedeutet, durch den geringen Werth des beabsichtigten Verhältnisses.

A. E.

XXII.

Allgemeine Betrachtungen über Shrapnels und Zeitzünder für das Schießen aus Feldgeschützen.

(Aus dem Französischen: Revue d'artillerie, Tome XVI.)

Die französische Artillerie besitzt augenblicklich in ihren 80, 90 und 95mm.-Kanonen ein Feldartillerie-Material, welches in Bezug auf Schußweite und Treffsicherheit mindestens mit dem der besten fremdländischen Artillerien auf gleicher Stufe steht.

Das Material dieser Geschütze entspricht vollkommen allen Anforderungen an Haltbarkeit und Beweglichkeit.

Das Pulver scheint die Schonung der Röhre, sowie die Regelmäßigkeit seiner ballistischen Eigenschaften in wünschenswerthem Grade zu gewährleisten.

Hier sind wesentliche Fragen in einer Weise gelöst worden, wie überhaupt derartige Fragen gelöst werden können, d. h. daß die in die Hände der Truppen gelegte Lösung auf der Höhe aller bekannten Vervollkommnungen steht und daher auch auf gleicher Höhe mit den im Auslande getroffenen entsprechenden Entscheidungen. Hiermit soll durchaus nicht gesagt sein, daß dieser Theil des militärischen Wissens nicht auch, wie jeder andere, weiteren Fortschrittes fähig wäre. Es sind zweifelsohne und werden stets noch Verbesserungen auszuführen bleiben und einzelne dieser, wie die wirthschaftlichste Ausnutzung der Munitionskasten, sind bereits in Ausführung, aber die Arbeit und der Fortschritt der letzten Jahre sind so erheblich, daß sie einen Theil unserer intellektuellen und finanziellen Kräfte erschöpft haben. Es werden wahrscheinlich die

Hilfsquellen einer anderen Generation abzuwarten sein, um einen gleich wichtigen und gleich bedeutungsvollen Schritt weiter nach vorwärts zu thun.

In diesem Sinne stellen wir die Behauptung auf, daß die französische Feldartillerie in ihrem jetzigen Zustande des Materials die Aufgabe: auf gegebenen Befehl nach einem bestimmten Punkte des Gefechtsfeldes mit gleicher Geschwindigkeit, auf gleich große Entfernungen und mit gleich großer Treffsicherheit wie jede andere fremdländische Artillerie ihre Geschosse zu feuern, in hinreichender Weise gelöst hat.

Das ist indeß nur eine Seite der mörderischen Aufgabe, die der Artillerie obliegt, da man den Schuß nicht nur in ballistischer Hinsicht zu beachten hat. Man muß vielmehr das Geschoß bis zu seinem Aufschlagspunkt in dem vom Feinde besetzten Gelände verfolgen und derartige Anordnungen treffen, daß in diesem Gelände und gegen diesen Feind die größtmöglichste Zerstörungswirkung erreicht wird. Von diesem Gedanken durchdrungen, wurde man darauf hingeführt, allmälig die Vollkugel durch Hohlgeschosse zu ersetzen, die, mit einem Perkussions- oder mit einem Zeitzünder versehen, bei ihrem Zerspringen 30 bis 40 Sprengstücke ergeben. Hierauf ersetzte man die gewöhnliche Granate in einem bestimmten Verhältniß, das beharrlich vermehrt wurde, durch Shrapnels oder Doppelwandgranaten, um hierdurch die Zahl der wirkenden Sprengpartikeln zu erhöhen, unbeschadet, ob die Sprengung mittels eines Perkussions- oder mittels eines Zeitzünders erfolgt.

Diese Seite der Frage ist nicht die unwichtigste, denn die Lösung, für welche man sich entscheidet, kann in bedeutendem Maße die vernichtende Wirkung des Schusses, in der doch schließlich das zu erreichende Ergebniß gipfelt, beeinflussen. Diese Lösung ist noch nicht erfolgt, obschon hierzu eine große Zahl Versuche ausgeführt worden und noch in der Ausführung begriffen sind. Diese Vertagung der Lösung liegt darin, daß diese Aufgabe sehr complicirt ist, da sie von zwei wesentlich verschiedenen Faktoren: dem Zünder und dem Geschoß abhängt.

Außerdem ist es schwierig bei einem Schießen auf dem Schießplatz die tödtliche Sprengwirkung in Vergleich stellen zu wollen und Folgerungen daran zu knüpfen, da außer den genannten beiden Hauptfaktoren noch mehrere andere von einander völlig unabhängige, stets verschiedenartig auftretende Einflüsse sich geltend machen, wie

Entfernung und Beschaffenheit des Ziels, Korrekturverfahren und dergl. mehr.

Versuche dieser Art verlangen gute systematische Dispositionen und naturgemäß viel Zeit. Man darf daher ihre Entwickelung nicht zu übereilen suchen; wohl aber kann man sie in bestimmter Weise beschränken, indem man von einer gewissen Anzahl allgemeiner Betrachtungen ausgeht; denn erachtet man allgemeine Grundsätze überhaupt als zulässig, so wird sich zunächst die Zahl der Wege begrenzen lassen, auf denen man zu einem günstigen Resultat zu gelangen erhoffen kann.

Hierauf wird die Frage eingehend gegliedert und bestimmt formulirt, wodurch man schon einen großen Schritt der Lösung näher gekommen ist.

In Folgendem soll versucht werden, solche Grundsätze aufzustellen, indem nacheinander

1) der Zünder und
2) das Geschoß

einer Prüfung unterworfen werden.

Erster Theil.

Der Zünder.

Stand der Frage im Jahre 1870.

Bei Beginn des Krieges 1870/71 besaß die französische Feld-Artillerie einen Brennzünder mit zweierlei Brennlängen und den Demarest'schen Perkussionszünder für gewöhnliche Granaten, sowie einen Zünder mit viererlei Brennlängen für Shrapnels. Die Verwendung des Zünders mit zweierlei Brennlängen führte auf dem Schlachtfelde zu schweren Unzuträglichkeiten, weil die Verbrennung dieses Zünders eine unregelmäßige und besonders weil das Schießen, da das Krepiren des Geschosses nur auf zwei bestimmten Punkten erfolgen konnte, ohne jeden Erfolg blieb, wenn der Feind sich nicht genau auf der einen oder anderen Entfernung aufhielt. Infolge dessen ersetzte man von den ersten Wochen des Feldzuges an diesen Zünder mit zweierlei Brennlängen durch den Demarest'schen Perkussionszünder überall da, wo ein solcher Austausch ermöglicht war.

Grundsätzliche Annahme von Perkussionszündern.

Die öffentliche Meinung erklärte sich seit diesem Kriege gegen die Verwendung eines Brennzünders, und bei dem Retablissement des Materials strebte man danach hin: das Krepiren der Geschosse, selbst sogar bei Shrapnels, durch Perkussionszünder zu bewirken.

Der Demarestsche Perkussionszünder.

Derselbe gab zu mehrfachen Ausstellungen Anlaß, denn es war in der That schwierig, seine Empfindlichkeit derartig zu bemessen, daß sowohl Blindgänger als auch vorzeitige Krepirer unbedingt ausgeschlossen wurden. Er funktionirte nur dann, wenn die Geschoßspitze in den Erdboden eindrang und ergaben sich daher häufig auf kleinen Entfernungen bei rasanten Bahnen Blindgänger. Schließlich verlangte er unmittelbar vor dem Schuß ein Fertigmachen.

Die augenblicklich eingeführten Perkussionszünder.

Man bemühte sich, einen Perkussionszünder zu erlangen, bei welchem die erwähnten Nachtheile ausgeschlossen waren. Dieser Umstand führte zu zwei Arten von Perkussionszündern, die heute in Frankreich zur Einführung gelangt sind. Jedes dieser beiden Modelle verlangt vor dem Laden kein weiteres Fertigmachen, sondern wird durch den Stoß der Ladung im Rohr beim Abfeuern fertig.

Diese sind:

1) Der Budinsche Zünder, welcher sich indeß nur bei starken Ladungen fertig macht und daher für Geschosse der Feldgeschütze verwendet wird, für welche ein hoher Bogenschuß mit schwachen Ladungen als nutzlos erachtet wird.

2) Der Perkussionszünder M/78, welcher bei jeder zur Verwendung gelangenden Ladung sich fertig macht und daher für die Geschosse der Belagerungsartillerie verwandt wird. Außerdem ist derselbe für das 80mm.-Gebirgsgeschütz eingeführt, dessen Ladung zu schwach ist, um den Budinschen Zünder zum Funktioniren bringen zu können. Dieser Zünder ist demnach ein Perkussionszünder für Belagerungs- und Gebirgsgeschütze. Derselbe könnte aber auch vortheilhaft bei den Feldgeschützen verwandt werden, denn

es ist festgestellt worden, ehe er für die 80mm-Gebirgskanone eingeführt wurde, daß er allen Anstrengungen des Transportes in den Protzen, in den Munitionskasten und in den Kasten für die zweite Munitionsrate vollkommen gewachsen ist. Hierdurch würde die Möglichkeit gegeben sein, auch bei Feldgeschützen den hohen Bogenschuß zu verwerthen, falls derselbe angezeigt erscheint.

Die Aufgabe des Perkussionszünders ist demnach fast zu völliger Zufriedenheit zur Lösung gelangt. Indessen wollen wir eine Verbesserung nicht unerwähnt lassen, die wir gern bei den französischen Perkussionszündern eingeführt sehen würden. Bei ihrem jetzigen Zustand sind diese Zünder, sobald sich das Geschoß in Bewegung setzt, fertiggemacht, d. h. bereit zu funktioniren. Infolge dieses kann während der ganzen Zeit, in der sich das Geschoß durch die Seele hindurch bewegt, eine zufällige Verlangsamung seiner Geschwindigkeit das Krepiren desselben herbeiführen. Dieses Nachlassen der Geschwindigkeit kann durch verschiedene Umstände, wie eine schlechte Lage im Ladungsraum, eine Beschädigung in den Feldern, einen fremden Körper, der im Rohre sich befunden, eine Beschädigung des Geschosses während seines Hindurchgehens durch die Seele rc. eintreten. Man müßte hiernach eine derartige Aenderung im selbstthätigen Fertigmachen des Zünders zu ermöglichen suchen, daß ein völliges Fertigsein erst im Moment erfolgt, wo das Geschoß das Rohr verläßt und wo dasselbe in der Luft keinem weiteren Hinderniß begegnet, welches sein Krepiren herbeiführen kann. Die Aufgabe scheint nicht unlösbar, zumal nicht für einen Perkussionsapparat, der, wie bei der Feldartillerie, nicht bei sehr verschiedenen Ladungen sich fertig machen muß.

Wie dem auch sei, die ausschließliche Verwendung eines Perkussionszünders, welcher Art er auch sei, wird im Ernstfalle schwere Unzuträglichkeiten zur Folge haben, die sich kurz dahin zusammenfassen lassen:

Das Geschoß mit Perkussionszünder verliert in jedem Falle einen Theil seiner Geschwindigkeit beim Aufschlag; in einem von niederen Umfriedigungsmauern, Gräben, Hängen rc. durchzogenen Gelände ist die Wirkung eine nur sehr geringe; desgleichen bei weichem Boden, wo das Geschoß leicht eindringt. Die nach rückwärts ausgeworfene Streugarbe von Sprengpartikeln oder Kugeln beeinträchtigt die Wirkung selbst bei günstigem Terrain, und zwar um so mehr, je größer die Entfernung; dieselbe nach rückwärts

gehende Streugarbe macht diese Art des Schießens wenig gefahrvoll für eine hinter einer schwachen künstlichen oder natürlichen Deckung geschützte Infanterie. Schließlich, wenn die Entfernung hinreichend groß ist, krepirt das Geschoß mit Perkussionszünder in der Erde nach Art einer Trichtermine, wobei seine tödtliche Wirkung fast Null ist.

Die Meinungen können über die mehr oder minder große Wichtigkeit dieser verschiedenen Nachtheile auseinander gehen, und eine Meinungsgleichheit hierüber wird sich voraussichtlich nur durch zahlreiche Vergleichsschießen mit Perkussions- und Brennzündern erreichen lassen. Um solche Versuche ausführen zu können, mußte man zunächst einen Brennzünder haben, und das Streben nach einem solchen mußte um so mehr geboten erscheinen, als das Ausland sich lebhaft mit der gleichen Frage beschäftigte, selbst solche Staaten, die vor dem Kriege 1870 ausschließlich Perkussionszünder angewandt hatten.

Anforderungen, die an Zünder zu stellen sind.

Die französische Artillerie stellte für ihre Versuche zur Erlangung eines Brennzünders folgende Gesichtspunkte auf, die sich:

1) auf die Art des Zünders;
2) auf die ganze Brennzeit desselben;
3) auf die ununterbrochene Verbrennung und Tempirung;
4) auf die Regelmäßigkeit der Verbrennung beziehen.

1. Art des Zünders.

Von Hause aus nahm man an, daß jeder Brennzünder zugleich auch Perkussionszünder sein müsse, also ein Zünder, der beide Eigenthümlichkeiten in sich vereint (à double effet). Da es bequemer und sicherer war, Versuche mit einem Perkussions- und einem Brennapparat getrennt mit jedem für sich auszuführen, trat man auch den Fragen über diese Apparate getrennt näher. Hierbei zeigte sich das Bestreben, den Perkussionsapparat ausschließlich im unteren Theile, den Brennapparat ausschließlich im oberen Theile des Zünders anzubringen, um durch die Vereinigung beider leichter einen Zünder à double effet zu erhalten.

Die Nothwendigkeit eines Zünders à double effet entspringt dem trivialen Worte, daß doppelt besser hält. Indeß wollen wir diesen Gedanken dahin erläutern, daß, wenn wir Nachtheile

dem ausschließlichen Gebrauch eines Perkussionsapparates beilegen, wir auch solche bei der ausschließlichen Verwendung eines Brennzünders geltend machen können. Der Hauptnachtheil desselben ist der, daß eine Einstellung der Brennlänge, also eine Manipulation unmittelbar vor dem Laden erforderlich wird, was bei den französischen Perkussionszündern nicht der Fall ist. Die Zeit aber und die Mittel hierzu können fehlen und man darf sich nicht dem aussetzen, in irgend einem Falle wehrlos zu sein. Außerdem geben wir zu, daß bei gewissen Terrainverhältnissen und Entfernungen ein Geschoß mit Perkussionszünder gleich große Wirkung äußere, ja vielleicht sich dem mit Brennzünder überlegen zeigen kann. Demgemäß muß die Möglichkeit gegeben sein, ohne Unterschied das eine oder andere verwenden zu können, ohne einen Umtausch des Zünders am Geschoß vornehmen zu müssen, was auf dem Schlachtfelde nicht angängig sein würde.

Selbst in dem Falle, wo das Feuer mit einem Brennzünder vortheilhafter erscheint, wird die Eigenthümlichkeit dieses Schusses im Allgemeinen nachfolgende zwei Ausführungen erfordern: zunächst Schießen mit dem Perkussionszünder, um den Geschoßaufschlag leichter zu beobachten, um demgemäß auf die richtige Schußweite zu kommen, dann, wenn letztere erschossen ist, Schießen mit dem Brennzünder, um die zutreffende Sprenghöhe zu ermitteln. Dann aber glauben wir, daß es, wenn man sich nicht schweren Irrthümern aussetzen will, unerläßliche Bedingung ist, sich mit demselben Geschoß und mit demselben Zünder einzuschießen, die nach erfolgtem Einschießen zur Verwendung kommen sollen. Hieraus folgt dann, daß derselbe Zünder nach Belieben eine Sprengwirkung durch einen Perkussionsapparat wie auch durch einen Brennapparat muß ergeben können.

Das Einschießen mit einem einfachen Brennzünder ist unter Umständen schwierig, selbst unter der Annahme, daß die Entfernung eine bekannte, da das Geschoß, wenn die erste genommene Brennzeit zu groß ist, erst im ersten Aufschlage krepiren kann, ohne daß das Aufsetzen desselben beobachtet worden. Ist das Geschoß dann in der Luft und vielleicht sehr hoch krepirt, so ist man in Versuchung, an Brennlänge noch mehr zuzulegen, was ein ganz verfehltes Schießen zur Folge haben würde. Das Geschoß mit einem Zünder à double effet schließt diesen Fall gänzlich aus, denn wenn man auch eine zu große Brennzeit angenommen haben

würde, wird dasselbe doch stets beim Auftreffen mittels des Perkussionsapparates zum Krepiren gebracht.

Der Zünder à double effet vermindert in beträchtlicher Weise die Zahl der Blindgänger. Nimmt man an, daß der Perkussionsapparat, allein verwandt, 3 pCt. Blindgänger ergeben würde; der Brennapparat, allein angewendet, deren 5 pCt., so würde mit dem Zünder à double effet unter 700 Schuß ein Blindgänger erhalten werden. Diese Verminderung der Zahl der Blindgänger ermöglicht außer den allgemeinen Vortheilen, welche sie mit sich bringt, auch ein besseres Einschießen.

Wenn man es, um eine möglichst große Wirkung zu erreichen, für vortheilhaft erachtet, wie wir es glauben, die mit Brennzünder versehenen Geschosse bei den gewöhnlichen Gefechtsschußweiten von 2000 bis 3000$^{m.}$ sehr niedrig krepiren zu lassen, so wird man dies ohne Nachtheil mit dem Zünder à double effet anstreben können. Man wird in der That sicher sein können, keine Schüsse zu verlieren, die mittels des Perkussionsapparates zum Krepiren gebracht werden, während diese Schüsse verloren sein würden, wenn der Zünder nicht à double effet wäre.

Schließlich gestattet der Zünder à double effet, dem Brennapparat eine derartige Einrichtung zu geben, daß er auch bei kleinen Ladungen funktionirt. Dies aber ermöglicht die Verwendung des hohen Bogenschusses und beseitigt den Nachtheil des Perkussionszünders der Feldartillerie, der diese Schußweise nicht zuläßt.

Diese Betrachtungen über den Werth der Zünder à double effet sind sowohl im Auslande als auch in Frankreich angestellt worden, und die Zünder à double effet sind augenblicklich bei mehreren fremden Mächten Gegenstand des Studiums.

2. Ganze Brennzeit.

Bei den meisten fremdherrlichen Staaten beträgt die ganze Brennzeit der vorhandenen Zünder etwa 10 Sekunden, wenn der Zünder aus einem Satzring besteht. Diese Zünder gehören fast sämmtlich zu dem mit dem Namen „Ringzünder" bezeichneten System und haben Durchmesser von 50 bis 60$^{mm.}$

Diese Abmessungen bestimmen den inneren Durchmesser des Satzringes, d. h. die Länge der Brennmasse, und da die Geschwindigkeit der Verbrennung dieser Masse nicht unter 10$^{mm.}$ pro Se-

kunde herabgesetzt werden kann, ergiebt sich, daß die gesammte Brennzeit aller dieser Zünder nur in sehr engen Grenzen mit einander differiren kann. In der That ist weder eine Vergrößerung des Durchmessers des Zünders zulässig, weil hieraus für den Zünder und für das Geschoß unmögliche Formen sich ergeben würden, noch eine Verminderung der Brenngeschwindigkeit, weil dadurch die Zahl der Blindgänger bedeutend erhöht würde, sowohl infolge des Nichtfeuerfangens, als auch infolge Auslöschens der Satzsäule in der Luft.

Wir legen auf diesen Punkt Werth, um die Thatsache zu konstatiren, daß die Gesammtbrennzeit von 10 Sekunden, welche allgemein eingeführt ist, sich aus technischen Gründen, nicht aber aus strategischen Erwägungen ergeben hat.

Im Hinblick auf letztere ist im Gegentheil lebhaft bedauert worden, sich mit einer Brennzeit von 10 Sekunden als Maximallänge und infolge dessen mit einer Maximalschußweite von 2500 bis 3000m. begnügen zu müssen, denn man hat bei mehreren Mächten versucht, die gesammte Brennlänge des Ringzünders dadurch zu vermehren, daß man einen zweiten Satzring von gleichem oder unbedeutend kleinerem Durchmesser, als der des ersten, einführte. Diese Maßnahme ergiebt, wenn sie gelingt, eine gesammte Brennzeit von 19 bis 20 Sekunden und demzufolge ungefähr eine Maximalschußweite von 5000m.

Wir sind der Ansicht, daß ein Brennzünder das Krepiren des Geschosses auf der ganzen Länge der Flugbahn ermöglichen und daß er deshalb eine Gesammtbrennzeit von 30 Sekunden haben muß.

Zur Begründung dieser unserer Ansicht mögen nachfolgende Betrachtungeu dienen:

Auf kleinen Entfernungen, etwa bis 2000m., ist der Unterschied in der Wirkung des Perkussionszünders, wenn die Bodenbeschaffenheit für den Ricochettschuß günstig ist, gegenüber der Wirkung des Brennzünders unbedeutend. Es ist also nicht von großem Werth, einen Brennzünder von nur 10 Sekunden Brennlänge zu haben, d. h. einen Zünder, dessen Wirkung nur bis etwa 3000m. reicht, also kaum über den Punkt hinaus, wo die Ergebnisse des Perkussionszünders als hinlänglich zufriedenstellend angesehen werden können.

Nicht bis zu dieser Entfernungsgrenze, im Gegentheil erst über diese Entfernung hinaus wird ein Brennzünder von höchster Bedeutung, wenn man die Schußweite und Treffsähigkeit unserer heutigen Geschütze voll ausnutzen will.

Das hat man vollständig im Auslande herausgefühlt, als man durch Hinzufügung eines zweiten Satzringes die Wirkungssphäre dieses Zünders bis zu einer Schußweite von ungefähr 5000m· auszudehnen versuchte. Ist diese Entfernungsgrenze wohl aber heute ausreichend? Es ist unbestreitbar, daß man im Allgemeinen diese Frage bejahen kann, und daß das Feuer der Feldgeschütze auf Entfernungen über 5000m· nur mit wenigen Ausnahmefällen als eine Munitionsvergeudu ngangesehen werden muß. Solche Ausnahmefälle können indessen eintreten. Man darf nicht außer Acht lassen, daß beispielsweise die 90mm·-Kanone auf 6000m Entfernung dieselben Längenstreuungen ergiebt, als das ehemalige gezogene 4-pfündige Feldgeschütz auf 500m· Nicht also die Trefffähigkeit des Geschützes verbietet das Schießen auf diesen großen Entfernungen, vielmehr die Möglichkeit der Beobachtung, um richten und korrigiren zu können. Die Mittel zur Beobachtung sind indeß schon sehr bedeutend vervollkommnet worden unter Zuhülfenahme von Entfernungsmessern und Fernröhren, mit denen die Batterien ausgerüstet worden sind, und ihre weitere Vervollkommnung ist nicht ausgeschlossen. Unter gewissen Verhältnissen: klarer Luft, Innehaltung überragender Stellungen, deren Vortheil nicht etwa in Hinsicht auf den Schuß selbst, sondern ganz besonders in Hinsicht auf die Beobachtung der Geschoßwirkung bedeutend ist, wird ein Feuern selbst auf großen Entfernungen vortheilhaft sein können. Dies aber ist nur mit einem Brennzünder ausführbar, denn auf diesen Entfernungen schlägt ein Geschoß mit Perkussionszünder nur in die Erde ein, ohne irgend welche Wirkung zu äußern.

Viele Artillerie-Offiziere sind über die kürzlich aufgestellte Theorie des gleichzeitigen Kreuzfeuers bei der Festungsartillerie in der Absicht, eine große Anzahl von Schußlinien auf einen bestimmten Punkt des Angriffs im günstigen Augenblick zu vereinigen, sehr überrascht gewesen. Indeß in fast allen Kämpfen bieten sich einer oder mehrere Gefechtsmomente, wo diese Theorie wird praktische Verwerthung finden können. Das ist der Augenblick, wo das Gefecht, bis dahin unentschieden und mehr oder weniger hingehalten, ganz plötzlich eine ernste und entscheidende Wendung für den An-

griff oder die Vertheidigung der Stellung nimmt, die jetzt das Hauptkampfobjekt geworden, von dem die Entscheidung abhängt. In diesem Augenblicke wird sowohl der Angreifer als auch der Vertheidiger mit den diesem Hauptschlüsselpunkte gerade gegenüberstehenden Truppen seine größten Anstrengungen machen und, um einen besonderen Druck auszuüben, der aber genau der Sachlage entspricht, aus allen seinen Geschützen feuern.

Wird es alsdann in diesen kurzen entscheidenden Gefechtsmomenten nicht für die Artillerie ein außerordentlicher Vortheil sein, daß sie die Mittel hat, auf diesen Hauptschlüsselpunkt ein wirksames Feuer aller ihrer Batterien zu vereinigen, die in einem Umkreis von 6 oder 7km. von diesem Punkt, also in einer Frontausdehnung von 10—12km. vertheilt aufgestellt sind? Das wird in der That die Gelegenheit zum Feuer aus allen Geschützen. Indeß lassen wir uns nicht ermüden, zu wiederholen, daß ein Geschoß mit Perkussionszünder auf diesen Entfernungen fast gar keine Wirkung ergiebt. Hier ist nur ein Geschoß mit Brennzünder vortheilhaft, welches durch die Streuung seiner Sprengstücke und Kugeln das ungenaue Einschießen ausgleicht und allein die Möglichkeit gewährt, einen bestimmten Terrainabschnitt mit wirkungsvollen Sprengstücken zu überschütten.

Zweifelsohne wird dieses Kreuzfeuer auf große Entfernung ein Ausnahmefall sein, aber dann wird dasselbe von entscheidender Bedeutung sein, und infolge dessen lohnt es sich der Mühe, sich die Mittel zu verschaffen zu suchen, die es ausführbar machen.

Führen wir noch ein anderes Beispiel an, nämlich den Fall, wo eine siegreiche Armee die Stellungen besetzt, die im Allgemeinen überhöhende Punkte sein werden, welche soeben von der zurückweichenden feindlichen Armee geräumt worden. Die Artillerie, welche diese dominirenden Stellungen einnehmen wird, kann dann im Allgemeinen auf lange Zeit infolge ihrer Geschosse mit Brennzündern auf weite Entfernungen die feindlichen Kolonnen erreichen und so ihren Rückzug zur wilden Flucht gestalten. Ohne Schwierigkeit ließen sich sehr viele Fälle anführen, in denen man sich glücklich schätzen muß, die Mittel zur Ausführung des Schießens mit Brennzündern bis zur äußersten theoretischen Entfernungsgrenze der Geschütze zu besitzen.

Hier indeß handelt es sich um die Festsetzung eines Maßes, und wenn die Bedingung: eine Gesammtbrennlänge von etwa 30 Sekunden, sehr die Herstellung des Brennapparats erschweren sollte, würde man nothwendigerweise auf dieselbe verzichten müssen. Allein dem ist nicht so, und das in Frankreich zu eingehender Erörterung gelangte System eines spiralförmigen Brennapparates ermöglicht ohne Schwierigkeit die Annahme einer Brennzeit von 30 Sekunden, aber unter der einen Bedingung, daß der Durchmesser der Abflachung des Geschoßkopfes bei der Feldartillerie von 38$^{mm.}$, welcher völlig unzureichend ist, auf 55$^{mm.}$ erhöht würde, wie dies bei den fremden Mächten auch bereits geschehen ist.

Das Zünderstudium ist in Frankreich unaufhörlich durch die Form der Geschosse, die eine Abflachung von 38$^{mm.}$ und ein Mundloch von 25$^{mm.}$ Weite haben, erschwert und aufgehalten worden. Für die Perkussionsapparate ist ein 25$^{mm.}$ weites Mundloch zu eng für den unteren Theil des Zünders, so daß dieser nothwendigerweise länger werden mußte, als es wünschenswerth erscheinen konnte. Für die Brennapparate giebt ein Durchmesser von 38$^{mm.}$ für den oberen Theil nicht hinreichend Raum zur Lagerung eines Satzringes von genügender Ausdehnung. Diese Schwierigkeiten wurden mit mehr oder weniger Glück umgangen oder überwunden, weil ein sehr großer Vorrath von Geschossen vorhanden, für die Zünder zu beschaffen blieben. Um aber vortheilhafte Vorbedingungen zu haben und besonders zur Erreichung einer Gesammtbrennlänge von 30 Sekunden, deren Vorzüge wir dargelegt zu haben glauben, ist es unumgängliche Nothwendigkeit, für die neuen Geschosse eine Abflachung des Geschoßkopfes von 55$^{mm.}$ Durchmesser und ein Mundloch von 30$^{mm.}$ Weite in den Schraubengängen einzuführen.

3. Ununterbrochene Verbrennung und Tempirung.

Die Brennzünder bei den fremdherrlichen Artillerien haben alle ununterbrochene Verbrennung, d. h. die Sprengung des Geschosses kann an einem beliebigen Punkte der Flugbahn bis zur Grenze der Gesammtbrennzeit des Zünders erfolgen. Die Bestimmung des Sprengpunktes erfolgt durch ein Einstellen des Zünders unmittelbar vor dem Schuß und heißt die Tempirung des Zünders. Diese Tempirung ist je nach den verschiedenen Zündersystemen mehr oder minder einfach; von allen uns bekannten Zündern zeichnet sich der italienische Zünder durch die größte

Einfachheit der Tempirung aus. Bei weiterer Betrachtung finden wir, daß bei mehreren fremdherrlichen Brennzündern die Tempirung eine nicht völlig ununterbrochene ist, derart nämlich, daß der Zünder erst auf einer gewissen Entfernung, etwa auf 500m. vor dem Geschütz zu funktioniren beginnt.

Der Schuß mit dem Brennzünder beginnt also an dem Punkte, wo die Wirkungssphäre des Kartätschschusses aufhört. Diese Lücke ist nachtheilig, denn der Nutzen des Kartätschschusses läßt sich angreifen und die Behauptung, daß diese Munition eines Tages aus den Beständen unserer Munitionskasten ausgeschieden sein könnte, ist nicht unzulässig. In jedem Falle sind dieselben nur in geringer Anzahl vorhanden, und es ist möglich, daß, wenn man sich ihrer bedienen muß, dieselben entweder schon verbraucht sein können oder auch, daß sie augenblicklich nicht gleich zur Hand sind. Dann aber ist es günstig, wenn Ersatz für dieselben vorhanden ist, wenn man also die Möglichkeit hat, die Shrapnels auch auf Entfernungen unter 500m. verwenden zu können.

Die ersten in Frankreich versuchten Brennzünder hatten eine Skala mit Unterbrechung, die ein Sprengen des Geschosses von Sekunde zu Sekunde ermöglichte. Die Tempirung war hier zweifelsohne eine einfache, da es genügte, die Satzsäule an einem der vorgebohrten Löcher im Zünderkörper zu unterbrechen. Nichtsdestoweniger erklärte sich die öffentliche Meinung gegen diese Skala mit Unterbrechung, da die mittleren Sprengpunkte auf der Flugbahn von Sekunde zu Sekunde räumlich beengt waren, und sie hatte Recht, denn bei den gegenwärtigen Geschoßgeschwindigkeiten entspricht die Flugzeit von einer Sekunde einer Schußweiten-Differenz von 300 bis 400m. auf den gewöhnlichen Gefechtsentfernungen und selbst noch von 200m. auf einer Entfernung von 5000m. Infolge dessen befand man sich — den ungünstigsten Fall angenommen — in der Nothwendigkeit, das Geschoß 400m. vor dem beabsichtigten Ziel zum Krepiren zu bringen und erhielt so fast gar keine Wirkung.

Dieser Meinung wurde volle Genugthuung dadurch gewährt, daß der Zünder dahin abgeändert wurde, daß er ununterbrochen Sprengpunkte ergeben kann, indem das Mantelstück drehbar gemacht wurde. Hierdurch wurde freilich die Einstellung des Zünders wesentlich complicirt, denn dieselbe umfaßt jetzt vier Momente:

Lockern der Stellmutter;

Einstellen des Tempirmantels auf die entsprechende Brennlänge;

Festziehen der Stellmutter;

Anbohren des bezüglichen Windlochs.

Die ganze Ausführung dieser Zündertempirung erschien einer Anzahl von Artillerieoffizieren viel zu umfangreich und complicirt, als daß man sie auf dem Schlachtfelde von einem Artilleristen fordern könne.

Wir werden diesem Einwande nachfolgende Betrachtungen entgegenstellen:

Eine Neuerung kann im ersten Augenblick complicirter erscheinen, als sie es in Wirklichkeit sein wird, sobald man über ein in ihrer Ausführung durchgebildetes Personal verfügen wird. Dies ist ein vielleicht um so mehr zutreffender Grund, als wir in Frankreich vollständig ungewohnt sind, Brennzünder zu benutzen und daß wir infolge dessen um so mehr von dem Nachtheil eines Fertigmachens unmittelbar vor dem Schuß unangemehm berührt werden, da dies bei unseren Perkussionszündern gänzlich in Fortfall gekommen ist. Wenn auch alle Bedienungsmannschaften nicht befähigt sind, die Tempirung eines Brennzünders auszuführen, so muß man doch wenigstens zugeben, daß die Geschützführer, Bombardiere und Richtkanoniere hierin werden ausgebildet werden können. Ferner muß man beachten, daß nur das Tempiren auf Bruchtheile von Sekunden schwierig ist, während es in vielen Fällen ausreichend sein wird, auf einer ganzen Zahl Sekunden zu schießen, und in diesem Falle beschränkt sich die ganze Einstellung der Brennlänge auf die einzige Manipulation des Anbohrens des bez. Windlochs. Selbst mit einem völlig unausgebildeten Personal würde man sich nur der Gefahr aussetzen, Fehler unter einer Sekunde zu machen, sei es, daß der Tempirmantel nicht gedreht, oder sei es, daß er falsch gedreht wird, da seine Drehung sich innerhalb der Grenze einer Sekunde bewegt. Schließlich, um sich eine genaue Rechenschaft über den mehr oder weniger großen Werth der Lösung einer Frage zu geben, muß man diese nicht allein absolut beurtheilen, sondern man muß sie auch relativ durch Vergleich mit den im Auslande getroffenen Lösungen in entsprechenden Fragen prüfen.

Die Zünder aller Länder, mit Ausnahme der englischen für Vorderladungsgeschütze, die wir unbeachtet lassen, gehören dem Ringzündersystem an. Unter diesen übergehen wir auch den italienischen, für welchen das, was wir anführen wollen, nicht zutrifft, weil hier wie beim französischen Zünder die Satzsäule durch eine Bleiröhre bedeckt und geschützt ist. Bei allen anderen Zündern indeß ist der Satz in einen oder zwei über einander lagernde Ringe gepreßt, je nachdem der Zünder aus einem oder zwei Satzstücken besteht. Diese Satzringe sind auf Filz- oder Tuchscheiben aufgepreßt, die eine unregelmäßige oder gar plötzliche Uebertragung des Feuers von einem Ende der Satzsäule zum anderen verhindern sollen. Das Tempiren eines Ringzünders besteht nun darin, den oder die Satzringe entsprechend einzustellen. Die Sicherheit und Regelmäßigkeit dieses Zünders aber hängt sehr wesentlich von dem festen Sitz des Ringes auf seiner die Dichtung bildenden Filzunterlagescheibe ab. Dieser feste Sitz wird durch eine oberhalb befindliche Schraubenmutter, die fest oder beweglich sein kann, bewirkt. Im ersteren Falle ist der feste Sitz ein für allemal bei dem Einsetzen des Zünders in der Ladestelle bewirkt, wobei, da diese Arbeit sehr sorgfältig ausgeführt werden muß, Mängel in der Ausführung sehr schwer zu vermeiden sind. Die Folgen einer schlechten Ausführung können aber unter zwei Umständen eintreten, nämlich wenn das Anziehen zu stark ist, wird die Tempirung außerordentlich schwer, ist dasselbe zu schwach ausgeführt, so können vorzeitige oder unzeitige Krepirer dadurch eintreten, daß das Feuer Funken sprüht. Selbst wenn man annimmt, daß der feste Sitz in der Ladestelle anfänglich unter günstigen Verhältnissen erreicht wurde, so kann sich derselbe dennoch ändern und zwar nach beiden Richtungen hin nach Ablauf einer gewissen Aufbewahrungszeit oder Transportfrist und infolge dessen die eben besprochenen beiden Nachtheile herbeiführen.

Im anderen Falle, d. h. also, wenn die Stellmutter beweglich ist, wird das Einstellen der Brennlänge complicirter dadurch, daß man, um dies zu ermöglichen, die Stellmutter lockern muß; hierauf wird das Satzstück gedreht und die Stellmutter fest gegengezogen, wozu voraussichtlich ein Stellschlüssel erforderlich werden muß. Ist das Anziehen gut ausgeführt, so ist die Sicherheit des Zünders gewährleistet. Ist es aber nicht gefährlich: diese Sicher-

heit von einer Vorbereitungsmaßregel abhängig machen zu wollen, die in entscheidenden Augenblicken zur Ausführung gelangt, wo Mangel an kaltem Blut und Uebereilung allzu natürlich eintreten können?

Diese etwas lange und in technische Details gehende Abschweifung war indeß unerläßlich, um dahin zu kommen, die Vortheile hervortreten zu lassen, welche man mit der Art der Tempirung des französischen Zünders zu erreichen gesucht hat, und die sich dahin zusammenfassen lassen:

In den Händen eines ausgebildeten Personals ist es ermöglicht: den Sprengpunkt mit einer vollkommenen Regelmäßigkeit zu bestimmen. In den Händen eines unausgebildeten Personals ist es ermöglicht: durch das einfache Anbohren eines Windloches den Sprengpunkt mit vollständig hinreichender Genauigkeit zu bestimmen, deren Fehler niemals mehr als eine Sekunde betragen kann. Schließlich gefährdet unter keinen Umständen die Ausführung der Tempirung die Haltbarkeit der Rohre noch auch die vor den Geschützen befindlichen eigenen Truppen, denn ein unzulängliches Anziehen der Stellmutter oder selbst das gänzliche Unterlassen desselben können niemals Rohrkrepirer oder unzeitiges Krepiren zur Folge haben.

4. Die Regelmäßigkeit der Verbrennung.

Die Regelmäßigkeit der Verbrennung eines Zünders kann auf zwei verschiedene Arten ermittelt werden.

1) Dadurch, daß die Zeit vom Abgangspunkt des Geschosses bis zum Krepiren desselben mittelst chronometrischer, telephonischer und dergl. Instrumente gemessen wird.

2) Durch direkte Beobachtung der Entfernungen der Sprengpunkte des Geschosses.

Die erste Methode hat den Vorzug, allein das, was den Zünder betrifft, zu berücksichtigen und mit seinen verschiedenen Eigenthümlichkeiten nicht andere, aus ungleichmäßiger Anfangsgeschwindigkeit entstehende Einflüsse zu verbinden. Allein ihre Ausführung ist schwierig, zumal auf großen Entfernungen; sie erfordert zu ihrer Durchführung sehr geübte Beobachter und ist immer mit einem gewissen Fehler behaftet, der dem Beobachter

und den zur Beobachtung verwendeten Instrumenten zuzuschreiben ist.

Die zweite Methode ist verhältnißmäßig leicht und genau, doch sie hat den Nachtheil, daß die durch die Anfangsgeschwindigkeit sich ergebenden Unregelmäßigkeiten mit unterlaufen, freilich sind letztere bei den heutigen Geschützen unbedeutend. Sie liefert praktische Resultate, wie man sie vor Augen hat und wie man sie sich denkt. Demgemäß wollen wir dieses zweite Verfahren zur Ermittelung der Regelmäßigkeit der Verbrennung annehmen und erläutern.

Wir werden unserer Ansicht in einfacher und präciser Form Ausdruck geben, wenn wir sagen, daß bei gleicher Erhöhung und Brennlänge der Zünder alle Sprengpunkte in der Luft auf einer Länge von etwa 100 m. gruppiren muß, welches auch immer die Entfernung sein mag, auf welcher geschossen wird.

Diese Regelmäßigkeit des Brennzünders erscheint uns für ein rasches und schnelles Einschießen ausreichend, nachdem die Schußweite mit Hülfe des Perkussionszünders vorher annähernd bestimmt worden ist. Nachdem man einmal eingeschossen, werden alle Schüsse Wirkung äußern, denn man muß zugeben, daß die Kugeln oder die Sprengstücke bis auf 250 m. vom Sprengpunkte tödtlich sein werden, wenn sie auf dieser Entfernung mit der Gebrauchsladung verfeuert werden. Wir treten nunmehr hier an eine Reihe von Gedanken heran, auf die wir eingehends zurückkommen werden, sobald wir die Frage bezüglich der Shrapnels behandeln werden.

Es bleibt uns zu erörtern, warum wir uns für berechtigt halten: eine Ermittelung der Regelmäßigkeit der Verbrennung eines Zünders allein und unabhängig von der Entfernung vorzunehmen.

Die sich schließlich ergebenden Abweichungen der Sprengweiten hängen von vier folgenden von einander verschiedenen Gründen ab:

1) Eine verschiedenartige Entzündung,

2) eine verschiedenartige Verbrennung der Satzsäule,

3) eine verschiedenartige Uebertragung des Feuers von dem äußersten Punkte der Satzsäule auf die Schlagkammer des Zünders,

4) eine verschiedenartige Entzündung und Verbrennung der inneren Sprengladung bis zum Augenblick, wo dieselbe das Krepiren des Geschosses vollendet.

Von diesen Fehlerquellen sind die unter 1, 3, 4 aufgeführten von der Schußweite unabhängig. Würde man dieselben in Zeitwerthen ausdrücken, so würden dieses für alle Entfernungen gleichbleibende Werthe sein. Wenn man dieselben aber als Aenderungswerthe der Sprengweite, wie wir es gethan haben, ausdrückt, so werden dieselben mit der Entfernung abnehmen, da ein Zeitwerth von beispielsweise 0,2 Sekunden auf näheren Entfernungen einer größeren Schußweite entsprechen wird als auf weiteren, im Verhältniß mit der Abnahme der Geschwindigkeit des Geschosses während seiner Flugbahn.

Die zweite Fehlerquelle, die mit der Verbrennung der Satzsäule im Zusammenhange steht, wächst mit der Länge dieser Satzsäule und folglich auch mit der Entfernung. Brächte man diese Veränderungen in Zeitwerthen zum Ausdruck, so erhielt man eine Zahlenreihe, die vollständig gesetzmäßig mit der Schußweite zunimmt. Würde man sie aber als Aenderungswerthe der Sprengweiten ausdrücken, so findet eine gewisse Ausgleichung infolge der Abnahme der Geschoßgeschwindigkeit statt, denn eine Aenderung um 0,1 Sekunde im Augenblick, wo das Geschoß 400 m. Geschwindigkeit hat, wird dieselbe Schußweiten-Differenz ergeben, wie eine Aenderung von 0,2 Sekunden im Augenblick, wo die Geschwindigkeit des Geschosses nur noch 200 m. beträgt.

Man sieht, daß diese verschiedenen Ausgleichungen die Annahme gestatten, daß die Regelmäßigkeit der Verbrennung eines Zünders, als Aenderungswerth der Sprengweite ausgedrückt, fast unabhängig von der Entfernung ist, wenn nur die Regelmäßigkeit in der Verbrennung der Satzsäule, was betont werden muß, eine sehr große ist. Die bereits angestellten Versuche scheinen darauf hinzuweisen, daß dieses empirische Gesetz vollständig für die Praxis, mindestens bis zu einer Entfernung von 5000 m., ausreicht.

Schlüsse und Folgerungen des ersten Theils.

Wir wollen aus dieser Abhandlung über die Zünderfrage nachstehende Schlüsse zusammenfassen:

Um der Feldartillerie die Möglichkeit zu gewähren, vortheilhaft alle die vorzüglichen Eigenschaften ihres Materials, ihrer Geschütze, ihres neuen Pulvers auszunützen; ihr alle die Wirkung zu ermöglichen, deren sie befähigt ist, muß sie Zünder erhalten, welche nachfolgenden Bedingungen genügen:

28*

1) Die Zünder müssen à double effet sein, d. h. gleichzeitig einen Brenn- und einen Perkussionsapparat enthalten und müssen je nach Umständen ohne Unterschied die Verwendung eines dieser Apparate ermöglichen.

2) Der Brennapparat muß derartig eingerichtet sein, daß er Sprengpunkte in der Luft auf der ganzen Länge der Flugbahn ermöglicht, auf den nächsten Entfernungen wie auf den größten, um sich bestimmt auszudrücken: bis zu einer Flugzeit von 30 Sekunden.

3) Der Brennapparat muß ununterbrochen brennen, d. h. es muß die Möglichkeit vorhanden sein, den Sprengpunkt auf der ganzen Länge der Flugbahn von 0,1 zu 0,1 Sekunden verlegen zu können.

4) Das Fertigmachen des Perkussionsapparates muß selbstthätig beim Abfeuern ohne irgend welche vorangegangene Vorbereitungsmaßregel erfolgen. Wünschenswerth jedoch ist es, daß dieser Perkussionsapparat nicht eher fertig und bereit zum Funktioniren ist, ehe nicht das Geschoß vollständig das Rohr verlassen hat. Was die Tempirung des Brennapparates angeht, so muß derselbe in den Händen eines ausgebildeten Personals die größte Genauigkeit ermöglichen, in den Händen einer ungeübten Bedienung aber nur sehr eng begrenzte Fehler ergeben. Schließlich darf unter keinen Umständen auch nur die geringste Möglichkeit vorzeitiger oder unzeitiger Krepirer zu befürchten sein.

5) Die Regelmäßigkeit des Brennzünders muß auf allen Entfernungen so groß sein, daß die Sprengpunkte der unter gleichen Verhältnissen abgegebenen Schüsse innerhalb einer Länge von 100$^{m.}$ sich gruppiren.

Was die Zahl der Blindgänger angeht, so können mit dem Perkussionsapparat, für sich allein verwandt, 3 pCt. und für den Brennapparat, für sich allein verwandt, 5 pCt. als zulässig angesehen werden, woraus sich bei gleichzeitiger Verwendung beider Apparate ungefähr unter 700 Schuß ein Blindgänger ergiebt.

6) Mindestens einer der beiden Apparate, Brenn- oder Perkussionsapparat, muß derartig eingerichtet sein, daß er auch bei kleinen Ladungen funktionirt. Von größerem Werth ist es, wenn dies der Brennapparat ist, weil der hohe Bogenschuß bei einem Brennzünder besser das Terrain zu bestreichen vermag als bei einem Perkussionszünder.

7) Die äußere Form des Zünders muß möglichst die Fortsetzung der Bogenspitze des Geschosses bilden, um nichts an den ballistischen Eigenschaften desselben einzubüßen.

8) Zur Erfüllung aller vorstehend aufgeführten Bedingungen erscheint es nöthig, dem Zünder einen Durchmesser von 55 mm. am Zünderteller zu geben und dem Zünderschaft ein Schraubengewinde von 30 mm. Durchmesser. Dementsprechend müssen die gleichen Abmessungen für die obere Abflachung des Geschoßkopfes und für das Mundloch des Geschosses angenommen werden.

(Fortsetzung folgt.)

XXIII.

Das Croquir-Instrument von Heissig und Schneider.

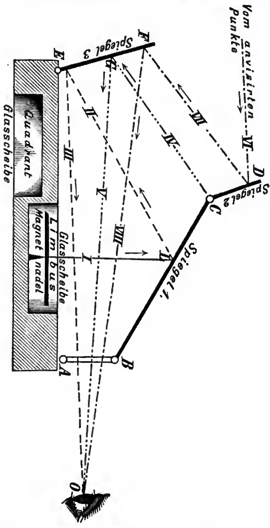
Im Artikel XI: „Notizen für Aufnehmer und Planzeichner", Band 86 des Archivs pro 1879 — war über das in der Ueberschrift bezeichnete Instrument eine günstige Beurtheilung aus dem „Organ der (österreichischen) militärwissenschaftlichen Vereine" reproduzirt und diesseits daran die Bemerkung geknüpft worden, daß solchem Zeugniß gegenüber sich ein Versuch empfehlen möchte.

Auf diese Anregung hin ist ein Heissigsches Instrument aus Wien bezogen und bei Aufnahme-Uebungen des Sommers 1880 gebraucht worden. Die betreffende Behörde hat die Güte gehabt, der Redaction des Archivs Einsicht in die Berichte zu gewähren, die von den Leitenden der bezüglichen Uebungen (Hauptmann und Premierlieutenant des Ingenieurkorps) dienstlich eingereicht worden sind. Die dadurch gewonnene Information über das neue Instrument unserem Leserkreise mitzutheilen, erachten wir für eine gerechtfertigte Ergänzung der vorjährigen Notiz.

Wir schicken die nöthige Beschreibung des Instruments voraus und erläutern dieselbe durch eine schematische Darstellung der wesentlichsten Theile, in einem Vertikal-Längen-Durchschnitte.

Den Hauptkörper bildet eine Holzplatte von $16^{cm.}$ Länge, $8{,}5^{cm.}$ Breite und reichlich $2^{cm.}$ Dicke. Beide Flächen enthalten kreisförmig büchsenartige Vertiefungen, mit Glasscheiben fest verschlossen.

Die Büchse der Unterfläche enthält einen Quadranten. Ein (für gewöhnlich festgeklemmter und nur im Momente des Ge-



brauchs durch Druck auf einen Knopf frei werdender) Pendel stellt sich naturgemäß lothrecht und zeigt bis zu 50° nach beiden Seiten die Abweichung der Längenkanten der Platte von der

Horizontalen. Diese Einrichtung des Instruments macht dasselbe also zu einer kleinen Dossirwaage, resp. Setzwaage.

Die Grundplatte des Apparates ist ferner in der Richtung EA der Länge nach durchbohrt (4mm. Durchmesser); an der A-Stirn ein kleines Okularloch, an der E-Stirn ein Fadenkreuz. Die so bestimmte Visirlinie hat der Mechanikus parallel mit den Längenkanten des Instruments gemacht. Löst der Aufnehmer den Pendel des Quadranten aus, visirt dann einen höher oder tiefer gelegenen Punkt an (durch die 4mm. weite Bohrung) und nimmt den Finger vom Auslöseknopf des Pendels, so ist der Elevations- resp. Depressionswinkel, den die Linie vom Auge des Aufnehmers nach dem Terrainpunkt macht, am Limbus des Quadranten gemessen.

Dies ist die Einrichtung des Instrumentes zum Messen von Vertikalwinkeln. Ein Grad des Quadranten ist ungefähr 0,4mm. breit.

Jeder Sachverständige wird beurtheilen können, welches Maß von Genauigkeit er sich von dieser Vertikalwinkel-Messung versprechen kann.

Wir kommen zur wichtigsten Function und den dem entsprechend wichtigsten Theilen des Apparates, den für die Aufnahme von Horizontalwinkeln bestimmten.

Die aus der Oberfläche der Grundplatte gearbeitete Büchse enthält eine Magnetnadel mit aufgeklebtem Karton-Limbus, wie die bekannte Schmalkaldersche Patent-Bussole. Bei der gewöhnlichen Bussole sind das Anvisiren eines Objektes und das Ablesen des Azimuthes, d. h. des Winkels, den die Visirlinie mit dem magnetischen Meridian macht — zwei aufeinander folgende Momente. Dieselben sind bei der Patent-Bussole in sehr sinnreicher Weise in einen Moment zusammengefaßt, indem in doppelter Spiegelung durch ein Prisma ein aufrechtstehendes Bild des horizontalen Limbus im Diopter erscheint. Derselbe Gedanke liegt der Heissigschen Anordnung zu Grunde. Aber das kleine Prisma und das kurze und enge Diopter, durch welches sich schwer visiren läßt, sind hier durch geräumige Spiegel ersetzt. Hier liegt das Neue und Eigenartige (und als solches durch Ertheilung des Patents Anerkannte) des Heissigschen Instruments.

An den beiden Schmalseiten der Grundplatten-Oberfläche bewegen sich Klappen um horizontale Achsen; eine eingliedrige

Klappe E F „Spiegel 3“ und eine dreigliedrige A B C D mit den Charnieren oder Horizontalachsen A, B, C.

Die Dimensionen sind so gewählt, daß Klappe E F ($50^{mm.}$) in eine Vertiefung der Grundplatten-Oberfläche niedergeklappt werden kann, und die dreigliedrige Klappe A B ($26^{mm.}$) B C ($96^{mm.}$) C D ($27^{mm.}$), gestreckt, die Grundplatten-Oberfläche deckt. Das Glied A B ist ein offener, rechteckiger Messingrahmen, durch den beim Gebrauch das Auge des Aufnehmers frei in den aufgeklappten Spiegel 3 (E F) blickt.

In der Gebrauchsstellung steht der Rahmen A B ungefähr lothrecht; Spiegel 1 (B C) ungefähr unter 30° gegen den Horizont geneigt — gestützt durch eine kleine (in der schematischen Zeichnung nicht ausgedrückte) Messing-Spreize; Spiegel 3 (E F) wird ungefähr unter 75° gegen den Horizont aufgeklappt. Die Drehung in den Charnieren A, B, C, E findet mit so viel Reibung statt, daß die einzelnen Klappen und Klappenglieder die ihnen gegebene Stellung behalten. Die Stellung des Spiegel 2 (C D) hängt von der Höhenlage des anzuvisirenden Objektes ab. Man kann ihn so niederdrücken, daß er ein Bild des Bussolen-Limbus auffängt und durch zweite Reflexion in Spiegel 3 ins Auge sendet, und ihn so hoch aufrichten, daß er einen hoch über dem Beschauer gelegenen Punkt im Vorterrain resp. den Horizont durch doppelten Reflex dem Beobachter sichtbar macht.

In der schematischen Darstellung ist an drei Objekten nachgewiesen, wie ein Bild von ihnen in das Auge des Beobachters gelangt. Das Centrum des Bussolen-Limbus durch die Sehstrahlen I, II, III; die Grenze C zwischen Spiegel 1 und 2 durch die Sehstrahlen IV, V; das Bild des anvisirten Punktes im Terrain durch die Sehstrahlen VI, VII, VIII. Im Ganzen sieht der Beobachter durch den offenen Rahmen A B im Spiegel 3 das Bild des Bussolen-Limbus und darüber das des anvisirten Objektes, und zwar, der doppelten Spiegelung wegen, genau der Wirklichkeit entsprechend und, der Breite der Spiegel zufolge, in reichlicher Ausdehnung, so daß Orientirung und Nehmen von Visirlinien ungleich bequemer gelingt, als mittelst sonst bräuchlicher schmaler Diopter.

Es ist noch anzuführen, daß durch eingerissene Linien der Durchschnitt der durch den Magnetnadel-Drehpunkt gelegten, auf

der Grundplatten-Oberfläche rechtwinkligen, also — wenn letztere horizontal ist — lothrechten Ebene sowohl auf dem Limbus-Deckglase als auf Spiegel 3 markirt ist.

Bringt der Beobachter das Instrument in solche Stellung, daß die drei Linien; 1) das Bild des Risses in dem Limbus-Deckglase, 2) die Nordlinie der Limbus-Platte selbst und 3) der Vertikal-Riß in Spiegel 3 — sich decken, so ist das Instrument im magnetischen Meridian, und alle Fernpunkte, die bei Bewegung des Spiegel 2 (CD) auf und nieder sich in dieser Linie (durch die doppelte Spiegelung) dem Beobachter präsentiren, liegen gleichfalls im magnetischen Meridian. Er steht nach Norden, wenn in dem Limbus-Bilde das N, nach Süden, wenn das S oben erscheint.

Für jede andere als die Meridianrichtung stellt sich im Limbus-Bilde im Spiegel 3 die Nordlinie unter den entsprechenden Winkel zu dem Vertikalriß in Spiegel 3. Das Bild des Risses auf dem Limbus-Deckglase muß mit dem Vertikalriß in Spiegel 3 zusammenfallend gemacht und dann am Limbus-Bilde der Azimuthalwinkel abgelesen werden.

Richtig ist dieser Winkel nur, wenn in der Visirebene nicht nur Riß im Limbus-Deckglase, Riß in Spiegel 3 und Spiegelbild des Objekts im Felde, sondern auch das Objekt selbst liegt. Dies kann nur stattfinden, wenn die Drehungskanten A, B, C, E und die drei spiegelnden Flächen genau rechtwinklig zur Visirebene stehen. Dies zu erreichen, ist keine leichte Arbeit für den Mechanikus. Nehmen wir an, er leistet sie, so entsteht ein ferneres Bedenken: ob sich bei längerem Gebrauche diese richtige Stellung erhält? Thatsächlich ist sie augenblicklich bei dem hier befindlichen Exemplar nicht vorhanden. Korrigiren kann der Aufnehmende nicht, das Instrument ist nicht darauf eingerichtet; es muß dann zum Mechanikus, oder man muß die Ungenauigkeit der beobachteten Azimuthe in den Kauf nehmen, was ja auch bei einem Instrumente, das nur ein „Croquir-Behelf," kein Präzisions-Instrument sein will — angänglich erscheint.

Die Azimuthe abzulesen, erfordert übrigens gute Augen, denn der Aufnehmende hält das Auge bei der Länge des Instrumentes mindestens 16^cm· vom Spiegel 3 entfernt; die Normal- oder etwas Weitsichtigen werden noch weiter zurückbleiben müssen, um den Vertikalriß im Spiegel 3 in richtiger Sehweite vor sich zu haben

und scharf zu sehen — vielleicht 21^{cm}; das Limbus-Bild im Spiegel liegt scheinbar um die Länge der Sehstrahlen I und II, d. i. etwa 17,8$^{cm.}$ hinter Spiegel 3; demnach 17,8+21 oder rund 39$^{cm.}$ vom Auge entfernt. Da der Limbus-Radius = 2,5$^{cm.}$, der einzelne Grad also = $\frac{2,5 \times \pi}{180}$ = wenig über 0,4$^{mm.}$ breit ist, so erscheint der einzelne Grad dem Beobachter unter einem Sehwinkel von nur 3,5 Minuten.

Endlich ist geltend zu machen, daß Bussolen-Instrumente, in freier Hand gehalten, nur bei sehr glücklich veranlagten Konstitutionen und sehr Geübten sicheres Ablesen gestatten; die meisten Hände sind nicht fest genug.

Es ist nun allerdings ein Stativ beigegeben; dasselbe besteht aber nur aus einem glatten Stock mit eisernem Schuhe, ohne Knebel oder Ansätze zum Eintreten, der sich demnach nur bei günstigem Boden so fest einstecken läßt, daß er unter dem Gewicht des Instruments nicht schwankt. Auf das obere Ende dieses Stab-Stativs soll ein Croquirbuch (Zeichenblocks) geschraubt werden, dessen Deckel aber nur ein dünnes Holzplättchen ist, das sich am ersten Sonnentage krumm zieht und kein sicheres Auflager für das Instrument bietet.

Diese Ausstellungen erscheinen nebensächlich und würden sich leicht beseitigen lassen.

Das Eigenartige der Horizontalwinkel-Messung des Heissig'schen Croquir-Instrumentes: daß das Auge durch kein enges Okular, sondern in beliebiger, seiner Individualität zupassender Entfernung durch den 5$^{cm.}$ breiten und 2$^{cm.}$ hohen Rahmen A B im Spiegel 3 einen großen Theil des Limbus-Kreises und darüber — im Spiegelbilde des Spiegel 2 — das Vorterrain bis zum Horizonte in einer Ausdehnung von rund 10° übersieht, also ein Einzelobjekt im Vorterrain leicht auffindet und in die Visirebene bringt — erschien uns theoretisch und auch nach kleinen praktischen Proben vom Zimmer und Balkon aus als eine sehr empfehlenswerthe Eigenschaft. Wir wollen nicht verschweigen, daß in dieser Beziehung das eine der uns vorliegenden Gutachten zu entgegengesetzter Meinung gelangt ist. Es heißt daselbst: „Der Vortheil des H.schen Instruments zeigt sich besonders in der größeren Schnelligkeit der Horizontalwinkel-Messung. Beim Visiren ist aber

als direkter Nachtheil hervorzuheben, daß es für das Auge weit anstrengender ist, mit dem H.schen Instrument zu arbeiten, wie mit irgend einem andern Diopter- oder Fernrohr-Instrument, da ein fester Okularpunkt fehlt, das Auge also zwischen den vielen scharfen, vertikalen Linien die richtige Stelle suchen muß. Diesem Nachtheile wäre durch Anbringung einer in der Vertikalebene verstellbaren Okularröhre an der Okularseite des Instruments leicht abzuhelfen."

Das zweite Gutachten anerkennt „den Vortheil, die Diopter-Einrichtung mit ihren unvermeidlichen Mängeln entbehren zu können," betont aber die Forderung, „daß die Stellung der einzelnen Theile des Instruments zu einander mit größter mathematischer Genauigkeit bestimmt sein muß, und daß die geringste Abweichung bedeutende Messungsfehler nach sich ziehen muß. Das Instrument ist mithin, wenn auch völlig korrekt aus der Hand des Mechanikus hervorgegangen, außerordentlich verletzbar, ohne daß die Korrektur von jedem Offizier herbeizuführen wäre."

Es wird sodann nachgewiesen (wie schon oben angeführt), daß das geprüfte Exemplar sich nicht ganz korrekt gezeigt habe. Die Meinung des Begutachtenden über das H.sche Croquir-Instrument als Horizontalwinkel-Messer wid dahin resumirt, daß das H.sche Instrument „als eine komplizirtere Reproduktion der Patent-Bussole erscheint, welche mit den Mängeln des Bussolen-Instruments diejenigen des Spiegel-Instruments vereinigt, ohne dadurch leistungsfähiger zu werden." Daß hierbei ein Mangel der sonst gebräuchlichen Spiegelwinkel-Messer: Die schwierige Auffassung eines Terrainpunktes im Spiegelbilde — vermieden sei, wird anerkannt, schließlich aber doch für Croquir-Zwecke der „einfachen Patent-Bussole" der Vorzug vor dem komplizirteren H.schen Mechanismus zuerkannt.

Das Heissigsche Croquir-Instrument giebt sich auch als Distanzmesser. Ein solcher ist es nur insofern, als es ein Horizontalwinkel-Messer ist: Nachdem vom Standorte der entfernte Punkt, dessen Abstand ermittelt werden soll, anvisirt und das betreffende Azimuth abgelesen ist, macht der Beobachter eine Rechts- oder Linkswendung, die er zu einer genau rechtwinkligen dadurch regulirt, daß er ein um 90° größeres oder kleineres Azimuth, als er vorhin abgelesen hatte, zum Einspielen bringt.

Spiegel 2 und 3 zeigen ihm dann, welche Richtung im Terrain diesem rechten Winkel entspricht. Er wählt sich ein Objekt in dieser Richtung (oder richtet einen Gehilfen ein), schreitet eine Basis von 50 oder 100, 200, 300 Schritt ab und mißt von dem neuen Punkte aus den Basiswinkel. Die dem Instrument beigegebene Gebrauchsanweisung enthält für die angeführten vier Basislängen die entsprechenden Distanzen für die gradweise steigenden Winkelwerthe zwischen 45° und 84 resp. 82°. — Diese Distanzmeß-Methode ist bekanntlich weder neu noch bequem; auch bei dem obwaltenden Genauigkeits-Maß der Winkelmessung nicht sonderlich zuverlässig.

Das Instrument will auch Höhen bestimmen können. Allerdings — wenn es ein Distanzmesser und ein Vertikalwinkel-Messer ist, so liefert es auch das Material zu der Bestimmung des Höhenunterschieds zwischen einem Punkte im Terrain und dem Auge des Aufnehmers, da letzterer bekanntlich gleich der Distanz (Horizontalabstand) mal Tangente des Höhenwinkels ist. Mindestens müßten aber dem Instrumente die Tangenten der Winkel von 1 bis 50° beigegeben sein.

Ueber die Zuverlässigkeit und Bequemlichkeit der Distanzmessung haben wir uns eben ausgesprochen; bezüglich der Vertikalwinkel-Messung führen wir die betreffenden Stellen der mehrerwähnten gutachtlichen Berichte an: „Es läßt sich durch das kleine Diopter" (eine 16cm. lange, 4mm. weite Röhre) „nur wenig schnell und genau sowie nur nach scharf markirten und hell beleuchteten Objekten visiren." Im zweiten Bericht heißt es: „Das Instrument gestattet eine Ablesung auf Grade nur mit sehr wenig Genauigkeit, funktionirt nicht gut und läßt durch das kleine Diopter nur Gegenstände deutlich erkennen, die sich durch starke Beleuchtung oder Dunkelheit markiren."

Nach der dem Heissigschen Instrumente beigegebenen Gebrauchsanweisung will dasselbe auch dienen „zum Zeichnen der Schichtenlinien;" nach der von uns im Band 86 S. 234 mitgetheilten Begutachtung eignet es sich vorzüglich „zur Auffindung und Darstellung der Isohypsen."

Diese Qualification — die Bestimmung von Horizontalen zu vermitteln — wäre insofern eine selbstverständliche Konsequenz seiner Geeignetheit zur Höhenbestimmung, als man ja bekanntlich

vielfach in einem genügend dicht cotirten Plan durch graphische Interpolation rundzahlige Zwischencoten und durch Verbindung der gleichzahligen Coten die Horizontalen (Schichtlinien, Isohypsen) bestimmt.

So ist es aber ersichtlich nicht gemeint, denn die Gebrauchsanweisung sagt wörtlich:

„Um gleich hoch liegende Punkte zu bestimmen und auf diese Weise leicht Schichtenlinien (Formlinien) zeichnen zu können, ist am Spiegel 3 die Linie df eingeritzt, durch welche diese Punkte auf dem Terrain markirt werden. Um mehrere Reihen gleich hoch liegender Punkte zu bestimmen, ist der Spiegel 2 nur zu verdrehen."

Die in dieser Instruction angeführte Linie df liegt der Zeichnung nach im oberen Drittel des Spiegel 3 querüber, also rechtwinklig zu dem mehrerwähnten für das Anvisiren maßgebenden Vertikalriß. Beiläufig bemerkt hat der Spiegel 3 in dem hier vorliegenden Instrumenten-Exemplare nicht einen derartigen Querriß, sondern deren zwei, so daß der Spiegel in drei Horizontalstreifen getheilt ist.

Bringen wir das Instrument in die Gebrauchsstellung (wie in der obigen schematischen Darstellung) und zwar unter den denkbar günstigsten Bedingungen, d. h. auf feste horizontale Unterlage, so wird — wenn der Mechanikus seine Schuldigkeit gethan hat — der Querriß (bei unserem Exemplar die beiden Querrisse) im Spiegel 3 horizontal stehen, und wenn wir nun dem Spiegel 2 eine passende Stellung geben, so werden wir ein Bild der Landschaft vor uns erblicken, durch welches ein horizontaler Strich läuft. Schneidet beispielsweise dieser Strich an der linken Grenze des Gesichtsfeldes einen Weg am Bergabhange, am Fuße eines Wegweisers und an der rechten Grenze des Gesichtsfeldes einen Strauch — liegen nun diese Punkte gleich hoch? Ja, in zwei Fällen.

Einmal dann, wenn die von den anvisirten Punkten in den Spiegel 2 fallenden Sehstrahlen (in unserer Figur durch VI repräsentirt) in einer Horizontalebene liegen, und zweitens: wenn die fraglichen beiden Punkte vom Standorte gleich weit entfernt sind.

Die erste Eventualität ist von der Stellung des Auges und der Spiegel 2 und 3 abhängig. Es giebt unzählige Combinationen,

die einfachste wäre: „Das Auge im Niveau des Querrisses und Spiegel 2 und 3 unter sich parallel." Aber irgend eine der Combinationen, die Horizontalität des Sehstrahls VI zur Folge haben würden, herbeizuführen, gewährt das Instrument nicht den entferntesten Anhalt. Schon die Unfixirtheit und Unfixirbarkeit des Augenpunktes konstatirt die absolute Unmöglichkeit, die durch den Einfallpunkt D im Spiegel 2 gelegte Horizontalebene sicher zu stellen.

Ob die beiden vom Querrisse des Spiegel 3 (den wir gefälligerweise für horizontal gelten lassen — ohne es kontroliren zu können) geschnittenen Punkte im Landschaftsbilde gleich weit entfernt sind, kann man ja prüfen, indem man beide Entfernungen mißt. Sie werden sich begreiflicherweise in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ungleich weit entfernt zeigen, die bezüglichen Operationen also vergeblich gewesen sein. So lange herum zu probiren, bis zwei gleich weit entfernte Punkte im Querriß gefunden sind, wird wohl kein Rekognoszirender sich Zeit gönnen wollen und dürfen!

Wenn alle sonstigen Qualitäten, die das Instrument für sich in Anspruch nimmt, nämlich, daß es sich eigne: zum Orientiren im Terrain (Bestimmen des magnetischen Meridians), zum Messen, also auch Abstecken von Horizontalwinkeln, zum Bestimmen von Böschungen und Höhen, zum Distanzmessen — prinzipiell demselben zugestanden werden können (wobei freilich dahingestellt bleiben muß, welches Maß von Zuverlässigkeit ein mit diesem Hülfsmittel hergestelltes Croquis besitzen wird), so muß die gleichfalls beanspruchte Qualification „zum Zeichnen der Schichtenlinien" prinzipiell geleugnet werden.

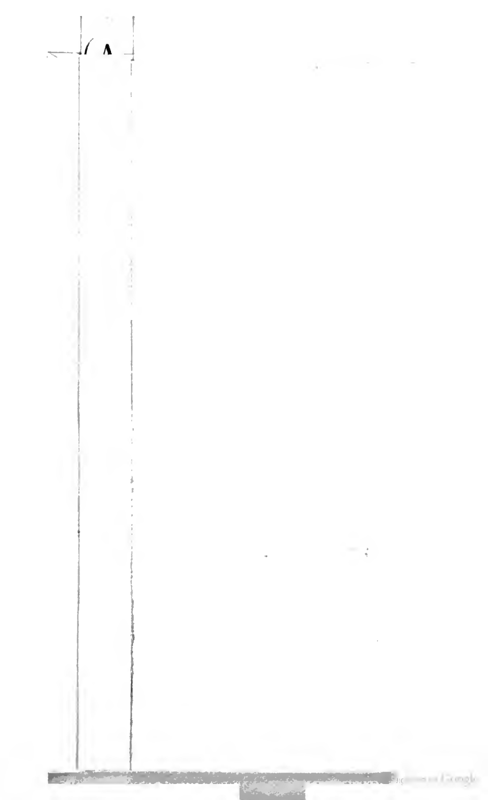
Von den beiden uns vorliegenden Gutachten schließt das eine:

„. . . daß das Heissigsche Croquir-Instrument, auf der Basis einer theoretisch nur anzuerkennenden Construction beruhend, für den praktischen Gebrauch — weil zu komplizirt und zu wenig solide — weder als Universal-Instrument noch überhaupt zu einzelnen Ausführungen mit größerem Vortheile wie andere bekannte Bussolen-Instrumente sich empfiehlt. Immerhin kann es, da einmal in die Bestände aufgenommen — zur thoretischen Erörterung im Unterricht in „Theorie des Aufnehmens" mit Vortheil verwendet werden."

Aus dem anderen Gutachten zitiren wir noch die Bemerkung: „Das Instrument konnte bei der Aufnahme nur sehr nebensächlich zur Verwendung kommen, da die hier zu fordernde Genauigkeit nicht im Entferntesten garantirt wird.“

Um der auch von uns zugestandenen „Basis einer theoretisch nur anzuerkennenden Construction“ willen möchten wir dem sinnreich kombinirten Apparate die Existenzberechtigung nicht absprechen. Vielleicht gelingt es den Patentinhabern, Modificationen auszudenken, die denselben praktisch brauchbarer und zuverlässiger machen.

R. II.





XXIV.

Die Trefferreihen als Maßstab der Treffähigkeit der Feldgeschütze.

Hierzu 1 Tafel.

In dem neuesten Werke, das wir der verdienstvollen Feder des Majors Wille verdanken „Ueber die Bewaffnung der Feld-Artillerie ꝛc. Berlin, Verlag von A. Bath 1880" ist auf S. 100 bei Gelegenheit des Vergleichs der Trefffähigkeit der Geschütze folgender Satz ausgesprochen:

„Weder die absolute noch die relative Trefffähigkeit (Größe der Streuungen resp. des bestrichenen Raumes) können einzeln für die von einem Geschütz zu erwartenden wirklichen Treffergebnisse als maßgebend angesehen werden; vielmehr wird man dafür einen den thatsächlichen Verhältnissen entsprechenden Maßstab nur in angemessener Kombination jener beiden Eigenschaften zu finden vermögen. Für diese Kombination dürfte der Name „Totale Trefffähigkeit" (T) als eine passende und sinngemäße Bezeichnung erscheinen."

„Sie findet ihren Ausdruck in dem Unterschied zwischen der Länge des bestrichenen Raumes (B) für ein Ziel von gegebener Höhe und der für 50% Treffer erforderlichen Ziellänge ($Z^{50\%}$).

$$T = B - Z^{50\%}."$$

Mit dem im ersten Absatz ausgesprochenen Gedanken sind wir natürlich durchaus einverstanden. Es erleidet gar keinen Zweifel, daß die Trefffähigkeit eines Geschützes weder von der Regelmäßigkeit noch von der Gestalt der Flugbahn allein abhängt, daß vielmehr beide gemeinsam die Leistungsfähigkeit des Geschützes

in einem konkreten Falle bestimmen. Je größer die Regelmäßigkeit der Flugbahn oder mit anderen Worten, je kleiner die Streuungen, um so größer die Treffergebnisse, **wenn der mittlere Treffpunkt mit dem Mittelpunkt des Zieles zusammenfällt.** Sobald aber diese Bedingung nicht vollkommen erfüllt wird —, und das wird in der Praxis, selbst wenn man sich nach den Schießregeln als eingeschossen betrachten darf, nicht immer der Fall sein — so vermindern sich die Trefferprozente und zwar um so mehr, je kleiner die Streuungen sind und je gekrümmter die Bahn ist.

Die oben mitgetheilte Formel $T = B - Z^{50\%}$ hat auf den ersten Blick etwas sehr Bestechendes; denn je größer der bestrichene Raum und je kleiner die Längenstreuungen, um so größer wird caeteris paribus die Trefffähigkeit.

„Wird der Werth von T positiv" — so heißt es weiter an der angezogenen Stelle — „so giebt er das Maß an, um welches die Entfernung des Zieles falsch geschätzt oder ermittelt sein oder das Ziel seinen Ort in der Schußebene verändert haben kann, ohne daß bei unveränderter Richtung des Geschützes die Trefferzahl unter 50% der Schüsse sinkt".

„Andererseits erhält man aus den negativen Werthen von T die Tiefe, welche das Ziel haben muß, um bei richtig ermittelter Entfernung noch 50% Treffer zu ergeben."

Um das Gesagte durch Beispiele zu illustriren, sind in nachstehender Tabelle einige Angaben über die absolute, relative und totale Trefffähigkeit (nach obiger Definition), sowie auch die mittleren (50 prozentigen) Höhenstreuungen für unsere Feldgeschütze und die aus der Feldartillerie ausgeschiedenen 9cm.-Stahlkanonen C/61 zusammengestellt.

	Bestrichener Raum				Ziellänge für 50% Treffer				Totale Trefffähigkeit				Zielhöhe für 50% Treffer			
	500 m	1000 m	2000 m	3000 m	500 m	1000 m	2000 m	3000 m	500 m	1000 m	2000 m	3000 m	500 m	1000 m	2000 m	3000 m
Deutsches schweres Feldgeschütz C/73	161	55	17	9	16	18	23	29	145	37	−6	−20	0,3	0,7	2,6	6,1
Deutsches leichtes Feldgeschütz C/73	172	61	18	9	16	19	25	34	156	42	−7	−25	0,3	0,7	2,8	6,9
9cm-Stahl-Kanone C/61 .	101	34	14	7	14	16	20	29	87	18	−6	−22	0,4	0,9	3	7,1

Nach dieser Tabelle würden die neuen Feldgeschütze der ältern 9cm.-Kanone in Bezug auf die „totale Trefffähigkeit" auf den

kleineren Entfernungen zwar unbedingt überlegen sein; dagegen würden auf ca. 2000 m. alle Geschütze sich ziemlich gleich stehen, auf den ganz großen Entfernungen dagegen die 9 cm.-Kanone das leichte Feldgeschütz C/73 sogar übertreffen. Und doch lag bei Einführung dieser Geschütze gerade die Absicht vor, auf großen Entfernungen eine größere Leistungsfähigkeit zu erreichen. Andererseits ist unbestreitbar, daß die neuen Geschütze das alte ebensowohl an Rasanz wie an Präzision — wenn man nämlich die Höhenstreuungen ins Auge faßt — auf allen Entfernungen übertreffen. Hiernach ist ganz klar, daß die so definirte „totale Trefffähigkeit" durchaus kein passender Maßstab für die Beurtheilung der Trefffähigkeit eines Geschützes sein kann.

Es läßt sich leicht nachweisen, worin das begründet ist. Bezeichnet man den Fallwinkel mit ε, so ist der bestrichene Raum für ein Ziel von der Höhe $h : B = \frac{h}{tg\,\varepsilon}$; ebenso ist die Ziellänge für 50% Treffer — wenn $Z'^{50\%}$ die Zielhöhe für 50% Treffer — $Z^{50\%} = \frac{Z'^{50\%}}{tg\,\varepsilon}$.

Da die totale Trefffähigkeit nach der Definition

$T = B - Z^{50\%}$ ist, so folgt unmittelbar

$$T = \frac{h - Z'^{50\%}}{tg\,\varepsilon}$$

Dieser Ausdruck kann groß werden, einmal wenn $Z'^{50\%}$ sehr klein ist, dann aber auch dadurch, daß ε groß wird. Letzteres ist aber keineswegs günstig für die Trefffähigkeit, und kann daher diese Formel für T nicht als „eine angemessene Kombination der absoluten und relativen Trefffähigkeit angesehen werden. Die 9 cm.-Kanone C/61 ist ein Geschütz von verhältnißmäßig großer Präzision, steht aber doch, wie sich aus den Angaben über die Höhenstreuungen ergiebt, den neuen Feldgeschützen nach; ihre Flugbahn ist aber stark gekrümmt, und gerade dieser für die Trefffähigkeit entschieden ungünstige Umstand ist die Ursache der großen Werthe von T bei diesem Geschütz.

So lange T positiv ist, hat die Formel wohl noch einen gewissen Werth; sie wird aber ganz unbrauchbar, sobald sie negative Resultate ergiebt.

Es entsteht die Frage, ob es denn überhaupt einen brauch-

baren Ausdruck für die totale Trefffähigkeit giebt. Worauf es ankommt, ist zu wissen, wie gestalten sich die Treffergebnisse, wenn der mittlere Treffpunkt mehr oder minder abweicht von dem Mittelpunkt des Ziels, oder — mit andern Worten — wenn man nicht genau eingeschossen ist.

Im Allgemeinen — das schicke ich hier gleich voraus — giebt die Zielhöhe für 50% Treffer ein ziemlich richtiges Bild nicht nur von der absoluten, sondern auch von der totalen Trefffähigkeit, denn kleine Höhenstreuungen haben gestreckte Flugbahnen zur Voraussetzung. Indessen ist es allerdings denkbar — und das gilt namentlich dann, wenn man Geschütze verschiedener Systeme oder sehr verschiedener Kaliber zu vergleichen hat —, daß bei dem einen Geschütz trotz stärkerer Krümmung der Bahn die Höhenstreuungen geringer sind als bei einem andern — namentlich leichteren Kalibers — mit gestreckter Bahn, weil bei diesem die Einflüsse des Luftwiderstandes sich mehr geltend machen. So hat z. B. das deutsche schwere Feldgeschütz auf Entfernungen über 1100 m. zwar kleinere Höhenstreuungen, aber auch eine gekrümmtere Bahn, als das leichte. Deshalb kann das leichte Geschütz auch eine größere „totale Trefffähigkeit" haben, weil geringe Abweichungen des mittleren Treffpunktes von dem beabsichtigten bei dem genauer schießenden Geschütz die Treffresultate in größerem Maße verringern.

So liefert z. B. das schwere Feldgeschütz auf 2000 m. gegen 1,8 m. hohe Ziele 36, das leichte nur 34% Treffer, wenn der mittlere Treffpunkt genau in die Mitte des Zieles fällt. Beträgt die Abweichung des ersteren vom letzteren aber nur 10 m., so sinkt die Trefferzahl bei ersterem auf 31,5, die des letzteren auf 30; wenn dagegen die Differenz 20 m. beträgt — was allerdings voraussetzt, daß man nicht vollkommen eingeschossen ist —, so erreicht man mit dem schweren nur noch 20, mit dem leichten Feldgeschütz dagegen noch 21,5% Treffer. Je größer die Fehler werden, um so mehr zeigt sich das leichte dem schweren Geschütz überlegen. Hieraus dürfen wir wohl den Schluß ziehen, daß in Bezug auf die „totale Trefffähigkeit" das leichte Geschütz dem schweren gleichsteht, während nach der oben gegebenen Definition — vergl. die zusammengestellte Tabelle — das schwere Feldgeschütz dem leichten voransteht. Die Werthe waren für das schwere Geschütz — 6, für das leichte — 7.

Will man einen durchaus einwandfreien Maßstab für die Treffähigkeit unter Berücksichtigung des Einflusses einer falsch ermittelten Entfernung haben, so bleibt nichts übrig, als nach Analogie der für unser Infanteriegewehr empirisch ermittelten „Trefferreihen" solche für das Geschütz zu errechnen, wozu wir durch unsere Schußtafeln in den Stand gesetzt sind.

Denkt man sich nämlich auf der horizontalen Trefffläche und entsprechend weit davor so viele breite Scheiben von Zielhöhe (1,8 m.) in Abständen von je 10 m in der Schußrichtung hinter einander aufgestellt, so daß alle Schüsse von diesen Scheiben aufgefangen werden, so müssen die letzteren je nach ihrer Stellung verschieden große Treffresultate aufweisen. Diese Treffresultate, geordnet nach ihrer natürlichen Reihenfolge, nennt man eine „Trefferreihe".

Die Errechnung der Treffresultate in den verschiedenen Scheiben geschieht nach der in Abtheilung X. S. 26 des Handbuchs für Artillerie-Offiziere gegebenen Anleitung; nur wird das Ziel nicht als ein vertikales, sondern als ein horizontales aufgefaßt. Seine Länge entspricht der Größe des bestrichenen Raumes. So erhält man z. B. auf 2000 m. an Treffern mit dem

	schweren Feldgeschütz C/73	leichten Feldgeschütz C/73	9 cm. C/61
	%	%	%
bei Lage des mittleren Treffpunktes in der Mitte des Ziels	36	34	36
bei Lage des mittleren Treffpunktes 10 m. vor oder hinter der Mitte .	31,5	30	30
bei Lage des mittleren Treffpunktes 20 m. vor oder hinter der Mitte .	20	21,5	15
bei Lage des mittleren Treffpunktes 30 m. vor oder hinter der Mitte .	9	12	5
bei Lage des mittleren Treffpunktes 40 m. vor oder hinter der Mitte .	3	5	1
bei Lage des mittleren Treffpunktes 50 m. vor oder hinter der Mitte .	—	2	—

Bezeichnet man nach Analogie der Schieß-Instruction für die Infanterie die Treffer in der der Erhöhung genau entsprechenden Scheibe als „Trefferkern", so würden die Trefferreihen die folgenden sein:

Bezeichnung des Geschützes	Scheiben vor dem Kern. Entfernung derselben in m.					Trefferkern	Scheiben hinter dem Kern. Entfernung derselben in m.				
	50	40	30	20	10		10	20	30	40	50
	Zahl der Treffer unter 100 Schuß in oben bezeichneten Scheiben										
Schw. Feldgeschütz C/73	—	3	9	20	31	36	31	20	9	3	—
Leichtes Feldgeschütz C/73	2	5	12	21	30	34	30	21	12	5	2
9 cm.-Stahlkanone C/61*)	—	1	5	15	30	36	30	15	5	1	—

Mit Hülfe von quadratirtem Papier ist man im Stande, die Trefferreihen mit leichter Mühe graphisch darzustellen, und sieht dann sofort, daß es bei Beurtheilung der Trefffähigkeit eines Feldgeschützes nicht allein auf die Höhe des Trefferkerns, sondern ebenso wohl auf die Länge und Höhe der ganzen Trefferreihe ankommt, daß das beste Geschütz im allgemeinen dasjenige sein wird, dessen Diagramm den größten Flächeninhalt — mit andern Worten die größte Summe der Trefferreihe — hat. Diese Summe beträgt auf 2000 m. für das schwere Feldgeschütz 164, für das leichte 174 und für die 9 m.-Stahlkanone C/61 138.

Sobald man aber mehrere solcher Trefferreihen errechnet hat, wird man finden, daß die Summe derselben proportional der Größe des bestrichenen Raumes ist, und zwar ist sie etwa zehnmal so groß als der bestrichene Raum ausgedrückt in m. (vergl. Anlage A.). Einen mathematischen Beweis hierfür zu führen, sehe ich mich leider außer Stande; aber sehr leicht erklärlich ist diese Thatsache. Bei kleiner Höhenstreuung erhalten wir einen hohen Trefferkern, der Trefferberg (siehe Anlage B.) fällt aber steil ab; bei größeren Höhenstreuungen und demselben bestrichenen Raum ist die Höhe geringer, aber der Abfall auch weniger steil. Der Flächeninhalt des Profils oder die Summe der Trefferreihe bleibt immer dieselbe. Diese Trefferreihen sind daher nicht recht brauch-

*) Diese Trefferreihe ist wie die in Anlage A. nach der allgemeinen Schußtafel errechnet, deren Angaben günstiger als die der Feldschußtafel von 1872 sind.

bar für den vorliegenden Zweck, da in ihnen die Präzision des Geschützes nicht recht zum Ausdruck kommt.

Es bleibt daher nur übrig, die Trefferreihen gegen ein Ziel von bestimmter Höhe und Breite zu errechnen und deren Summe zu ziehen. Am geeignetsten dazu erscheint die Größe eines abgeprotzten Geschützes — 1,8 m. hoch, 2 m. breit. In diesen Zahlen kommen unbestreitbar sowohl die Präzision wie die Rasanz — Regelmäßigkeit und Gestalt der Flugbahn zu ihrem vollen Recht.

In der Anlage A. sind einige solcher Trefferreihen für unsere Geschütze und zwar sowohl für die jetzigen, als für den ausgeschiedenen 9 cm. und die neuen französischen Feldgeschütze errechnet und deren Summen gezogen. Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf Ziele von solcher Breite, daß kein Schuß seitwärts vorbeigeht.

Man erkennt hieraus, daß das leichte Feldgeschütz dem schweren bis auf etwa 1500 m. überlegen ist, von da ab erlangt das schwere das Uebergewicht; die 9 cm.-Stahlkanone steht auf allen Entfernungen den Feldgeschützen C/73 nach, während sie nach Wille S. 101 von 2000 m. an zwischen den beiden Kalibern C/73 stehen würde.

Zum Schluß muß ich noch hervorheben, wie alle Folgerungen und namentlich Vergleiche, die aus den in den offiziellen Schußtafeln, Reglements 2c. enthaltenen Angaben über Rasanz und Präzision so lange ohne Werth bleiben, als man nicht weiß, auf welche Weise dieselben gewonnen sind. Die kleinsten Verschiedenheiten in der Methode der Rechnung und noch mehr in der Ausführung der Versuche müssen zu ganz verschiedenen Resultaten führen.

Ein Beispiel statt vieler wird dies erläutern. Nach den Wille'schen Angaben haben die österreichischen schweren Geschütze bei einer um 4 m. größeren Anfangsgeschwindigkeit zwar durchweg größere Abgangs-, aber kleinere Einfallwinkel. Eher sollte man das Gegentheil vermuthen, denn unsere Granaten haben eine um ca. 6% größere Querschnittsbelastung, was einen geringeren Luftwiderstand zur Folge hat. Wir sind daher zu der Annahme berechtigt, daß die Abgangswinkel wohl richtig sind — sie sind direkt durch Versuche ermittelt, weil der praktische Artillerist das größte Interesse an ihrer Zuverlässigkeit hat —, daß dagegen die Angaben über die Einfallwinkel einer Korrektur bedürfen. Dieselben sind fast durchweg errechnet, und da man die Rechnung auf verschiedene



Weisen ausführen kann und wahrscheinlich ausgeführt hat, so ist man zu verschiedenen Resultaten gelangt. So lange uns daher nicht bekannt ist, wie die Einfallwinkel errechnet worden sind, müssen wir bestreiten, daß die österreichischen Geschütze den unsrigen an Rasanz überlegen sind.

Selbst in unsern Schußtafeln, die mit der größten Sorgfalt aufgestellt sind, lassen sich verschiedene Unstimmigkeiten nachweisen. So darf man unbedingt behaupten, daß bei allen auf Grund der Schußtafel angestellten Vergleichen das leichte Geschütz gegenüber dem schweren zu günstig beurtheilt wird. Beispielsweise beträgt auf 3900 m. bei beiden Geschützen der zugehörige Erhöhungswinkel $11^3/_{16}$°, der Einfallwinkel dagegen beim schweren Feldgeschütz $18^6/_{16}$°, beim leichten nur $17^{12}/_{16}$°. Nun ist aber kein Zweifel, daß der Luftwiderstand, der von den Geschossen des schweren Geschützes zu überwinden ist, erheblich kleiner, als bei denen des leichten ist, denn die Querschnittsbelastungen sind bei jenen günstiger und überdies die Anfangsgeschwindigkeit um 21 m. kleiner. Es müssen also entweder die Angaben über die Einfallwinkel für das schwere Feldgeschütz zu hoch, oder die für das leichte zu niedrig sein. Wir persönlich neigen zu der letztern Ansicht. — Aehnliches läßt sich für alle Entfernungen von 1500 m. ab behaupten, denn durchweg ist die Differenz zwischen Einfall- und Erhöhungswinkel größer beim schweren als beim leichten Feldgeschütz. — Wir wollen mit diesem Beispiel keineswegs etwa unsere Schußtafeln diskreditiren, sondern nur zeigen, mit welcher Vorsicht alle dergleichen Angaben aufzunehmen sind, und welchen Werth eine auf Grund derselben vorgenommene Rangirung der Geschütze nach ihrer Leistungsfähigkeit hat.

Für diejenigen meiner geehrten Leser, die sich der Mühe unterziehen, die Zahlen der Trefferreihen nachzurechnen, noch die Bemerkung, daß ich für die Ausführung der Rechnungen zu einer kleinen Korrektur unserer Schußtafelangaben gezwungen war. In diesen finden sich nämlich die mittleren Längenstreuungen gleich den Höhenstreuungen, dividirt durch die Tangente des Einfallwinkels, gesetzt. Dies ist vollkommen richtig auf große Entfernungen, wo nur ein verhältnißmäßig kleiner Theil der Flugbahn in Frage kommt; auf die kleinen Entfernungen ist es entschieden falsch. An einem Beispiel läßt sich dies am einfachsten zeigen, obwohl hier der Fehler noch gar nicht so sehr bedeutend ist. Beim leichten

Feldgeschütz C/73 ist die mittlere Höhenstreuung auf 1600 m. = 1,8 m., die mittlere Längenstreuung = 22 m. angegeben; andererseits ist der bestrichene Raum für ein 1,8 m. hohes Ziel = 28 m., während ganz unzweifelhaft in diesem Falle die mittlere Längenstreuung und der bestrichene Raum gleich sein müssen. Wollte man hier nach den Angaben der Schußtafel ausrechnen, wieviel Prozent Treffer man gegen ein 1,8 m. hohes Ziel erhielte, wenn der mittlere Treffpunkt um 10 m. zu weit oder zu kurz läge, so würde man zu dem Resultat kommen, daß man mehr (52½ %) Treffer erhielte, als wenn die Flugbahn die absolut beste Lage hätte (nämlich 50%), was der gesunden Vernunft widerspricht. Vielleicht könnte man auch zu dem — natürlich auch falschen — Resultat, daß man gegen das vertikale Ziel von 1,8 m. 50% Treffer, gegen das horizontale Ziel von der Größe des bestrichenen Raumes aber 61% Treffer erhielte. — Auf den kleinern Entfernungen treten diese Widersprüche natürlich noch mehr hervor. — Um diesen Fehler nach Möglichkeit zu reduziren, hebe ich die mittlere Längenstreuung durch die einfache Proportion Längenstreuung : Bestrichenen Raum = Höhenstreuung : 1,8 m.; obwohl ich mir bewußt bin, auch hierbei noch einen kleinen Fehler zu machen. Genau ließe sich die mittlere Längenstreuung nur aus einer graphischen Darstellung der Flugbahn entnehmen. Bei den französischen Geschützen sind die Angaben der im Règlement sur le service des bouches à feu (Mai 1879) enthaltenen Schußtafeln ohne weiteres benutzt. Hier sind die bestrichenen Räume sowohl als die mittleren Längenabweichungen mit Hülfe der Tangente der Einfallwinkel unter der Annahme einer geradlinigen Flugbahn errechnet. Dadurch sind die Trefferreihen — namentlich auf den kleineren Entfernungen — kürzer, als sie in Wahrheit sein müßten, was bei einem Vergleich zu berücksichtigen wäre.

R.

Trefferreihen der deutschen Feldgeschütze C/73 und der preußischen 9 cm.-

Bezeichnung des Geschützes	Mittlere Ziel-Entfernung m.	Scheiben vor dem Kern. Entfernung derselben in m.													Treffer-kern
		130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
		Zahl der Treffer von 100 Schuß													
Schweres Feldgeschütz C/73	500	—	3	9	15	30	51	71	86	95	98	100	100	100	100
	1000	—	—	—	—	—	—	—	(2) **2**	(7) **7**	(20) **20**	(42) **40**	(68) **65**	(86) **82**	(92) **87**
	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) **1**	(5) **4**	(16) **12**	(33) **26**	(52) **41**	(61) **47**
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(3) **2**	(9) **5**	(20) **11**	(31) **18**	(36) **20**
	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(3) **2**	(7) **3**	(13) **6**	(20) **9**	(23) **10**
	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(3) **1**	(6) **2**	(10) **4**	(15) **5**	(17) **6**
Leichtes Feldgeschütz C/73	500	1	4	11	24	42	61	79	90	96	99	100	100	100	100
	1000	—	—	—	—	—	—	(1) **1**	(4) **4**	(12) **11**	(29) **26**	(51) **46**	(73) **66**	(87) **79**	(92) **83**
	1500	—	—	—	—	—	—	—	(3) **2**	(7) **5**	(15) **10**	(23) **16**	(38) **27**	(51) **36**	(55) **38**
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	(2) **1**	(5) **3**	(12) **6**	(21) **10**	(30) **15**	(34) **17**
	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	(2) **1**	(4) **2**	(9) **3**	(14) **5**	(19) **7**	(21) **8**
	3000	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(2) **1**	(4) **1**	(7) **2**	(10) **3**	(13) **4**	(14) **4**
9cm.-Kanone C/61	500	—	—	—	—	1	3	10	26	48	74	89	97	100	100
	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3) **3**	(15) **14**	(41) **39**	(69) **67**	(82) **79**
	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) **1**	(6) **6**	(19) **16**	(41) **33**	(52) **43**
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(5) **3**	(15) **9**	(30) **19**	(36) **22**
	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2) **1**	(5) **2**	(12) **5**	(19) **9**	(24) **11**
	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(2) **1**	(5) **2**	(8) **2**	(11) **3**	(13) **4**

Anmerkung. 1) Die fett gedruckten Ziffern beziehen sich auf ein Ziel von 1,8 m. Höhe Höhe und solcher Breite, daß kein Schuß seitwärts vorbeigeht.
2) Auf 500 m. ist die Breitenstreuung so gering, daß alle Schüsse von

Stahlkanonen C/61 gegen Geschützscheiben von 1,8$^{m.}$ Höhe und 2$^{m.}$ Breite.

Scheiben hinter dem Kern. Entfernung derselben in m.													Summe der Treffer in allen Scheiben	Größe des bestrichenen Raumes in m.
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
in oben bezeichneten Scheiben														
100	100	100	98	95	86	71	51	30	15	9	3	—	1616	161
(86) **82**	(68) **65**	(42) **40**	(21) **20**	(7) **7**	(2) **2**	—	—	—	—	—	—	—	(544) **511**	55
(52) **41**	(33) **26**	(16) **12**	(5) **4**	(1) **1**	—	—	—	—	—	—	—	—	(275) **215**	28
(31) **18**	(20) **11**	(9) **5**	(3) **2**	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	—	(164) **93**	17
(20) **9**	(13) **6**	(7) **3**	(3) **2**	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	—	(111) **50**	11
(15) **5**	(10) **4**	(6) **2**	(3) **1**	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	—	(87) **30**	9
100	100	100	99	96	90	79	61	42	24	11	4	1	1714	171
(87) **79**	(73) **66**	(51) **46**	(29) **26**	(12) **11**	(4) **4**	(1) **1**	—	—	—	—	—	—	(614) **534**	61
(51) **36**	(38) **27**	(23) **16**	(15) **10**	(7) **5**	(3) **2**	—	—	—	—	—	—	—	(329) **230**	32
(30) **15**	(21) **10**	(12) **6**	(5) **3**	(2) **1**	—	—	—	—	—	—	—	—	(174) **87**	18
(19) **7**	(14) **5**	(9) **3**	(4) **2**	(2) **1**	—	—	—	—	—	—	—	—	(117) **44**	12
(13) **4**	(10) **3**	(7) **2**	(4) **1**	(2) **1**	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	(88) **26**	9
100	97	89	74	48	26	10	3	1	—	—	—	—	996	101
(69) **67**	(41) **39**	(15) **14**	(3) **3**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(338) **324**	34
(41) **33**	(19) **16**	(6) **6**	(1) **1**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(186) **165**	19
(30) **19**	(15) **9**	(5) **3**	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(138) **84**	14
(19) **9**	(12) **5**	(5) **2**	(2) **1**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(100) **45**	10
(11) **3**	(8) **2**	(5) **2**	(2) **1**	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	—	(67) **20**	7

und 2$^{m.}$ Breite; die eingeklammerten darüberstehenden dagegen auf ein Ziel von 1,8$^{m.}$

einer Scheibe, deren Breite 2$^{m.}$ beträgt, aufgefangen werden können.

Trefferreihen der französischen Feldgeschütze gegen

Bezeichnung des Geschützes.	Mittlere Ziel-Entfernung m.	Scheiben vor dem Kern. Entfernung derselben in m.										
		110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
		Zahl der Treffer in										
Canon de 95 mm.	500	(4) **4**	(13) **13**	(32) **31**	(56) **54**	(79) **77**	(93) **90**	(98) **95**	(100) **97**	(100) **97**	100 **97**	100 **97**
	1000	—	—	—	—	—	(1) **1**	(6) **5**	(19) **16**	(42) **34**	68 **56**	86 **70**
	1500	—	—	—	—	—	—	(1) **1**	(5) **3**	(16) **10**	(35) **21**	(59) **35**
	2000	—	—	—	—	—	—	—	(2) **1**	(9) **4**	(23) **11**	(41) **19**
	2500	—	—	—	—	—	—	—	(2) **1**	(6) **2**	16 **6**	28 **10**
	3000	—	—	—	—	—	—	—	(2) —	(5) **1**	12 **3**	19 **5**
Canon de 90 mm.	500	1	7	26	58	85	97	100	100	100	100	100
	1000	—	—	—	—	—	—	2	14	40	72	92
	1500	—	—	—	—	—	—	—	(3) **3**	(12) **11**	(36) **33**	(65) **60**
	2000	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(7) **5**	(23) **15**	(45) **30**
	2500	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(5) **2**	(16) **8**	(32) **16**
	3000	—	—	—	—	—	—	—	(2) —	(5) **2**	(13) **5**	(22) **8**
Canon de 80 mm.	500	Nicht zu errechnen, weil die ganze Flug-										
	1000	—	—	—	—	—	—	4	17	47	77	94
	1500	—	—	—	—	—	—	—	(3) **3**	(14) **13**	(39) **35**	(69) **62**
	2000	—	—	—	—	—	—	—	(1) **1**	(6) **4**	(22) **15**	(46) **30**
	2500	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(4) **2**	(15) **8**	(33) **18**
	3000	—	—	—	—	—	—	—	(1) —	(4) **2**	(13) **5**	(25) **10**

Anmerkung. 1) Die fett gedruckten Ziffern beziehen sich auf ein Ziel von 1,8 m. Höhe Höhe und solcher Breite, daß kein Schuß seitwärts vorbeigeht.
2) Bei den Canons de 90 und 80 mm. sind auf 500 und 1000 m. die Breiten-gefangen werden können.

Geschützscheiben von 1,8 m. Höhe und 2 m. Breite.

Treffer-kern	Scheiben hinter dem Kern. Entfernung derselben in m.											Summe der Treffer in allen Scheiben	Bestrichener Raum in m.
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110		
oben bezeichneten Scheiben													
(100) 97	100 97	(100) 97	(100) 97	(100) 97	(98) 95	(93) 90	(79) 77	(56) 54	(32) 31	(13) 13	(4) 4	(1650) 1601	165
(93) 76	86 70	68 56	(42) 34	(19) 16	(6) 5	(1) 1	—	—	—	—	—	(537) 440	54
(69) 41	(59) 35	(35) 21	(16) 10	(5) 3	(1) 1	—	—	—	—	—	—	(301) 181	30
(50) 23	41 19	(23) 11	(9) 4	(2) 1	—	—	—	—	—	—	—	(200) 93	20
(33) 12	28 10	(16) 6	(6) 2	(2) 1	—	—	—	—	—	—	—	(137) 50	14
(23) 6	(19) 5	(12) 3	(5) 1	(2) —	—	—	—	—	—	—	—	(99) 29	10
100	100	100	100	100	100	97	85	58	26	7	1	1648	165
97	92	72	40	14	2	—	—	—	—	—	—	537	54
(78) 71	(65) 60	(36) 33	(12) 11	(3) 3	—	—	—	—	—	—	—	(310) 285	31
(57) 38	(45) 30	(23) 15	(7) 5	(1) 1	—	—	—	—	—	—	—	(209) 140	21
(41) 20	(32) 16	(16) 8	(5) 2	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	(149) 72	15
(27) 10	(22) 8	(13) 5	(5) 2	(2) —	—	—	—	—	—	—	—	(111) 40	11
bahn sich nicht über Zielhöhe erhebt.													
98	94	77	47	17	4	—	—	—	—	—	—	576	58
(82) 74	(69) 62	(36) 35	(14) 13	(3) 3	—	—	—	—	—	—	—	(326) 300	33
(59) 37	(46) 30	(22) 15	(6) 4	(1) 1	—	—	—	—	—	—	—	(209) 137	21
(42) 23	(33) 18	(15) 8	(4) 2	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	(148) 79	15
(31) 12	(25) 10	(13) 5	(4) 2	(1) —	—	—	—	—	—	—	—	(117) 46	12

und 2m. Breite; die eingeklammerten darüberstehenden dagegen auf ein Ziel von 1,8m.

streuungen so klein, daß alle Schüsse von einer Scheibe, deren Breite 2m. beträgt, auf-

XXV.

Geschichtliche Entwicklung der Artillerie-Schießkunst in Deutschland.

Von
Alo Dengler,
Lieutenant im königl. bayer. 2. Fußartillerie-Regiment.

(Fortsetzung.)

C. Bedienung der Geschütze.

1. Bedienungsmannschaften und ihre Funktionen.

Die Geschütze wurden noch, wie im vorigen Jahrhundert, durch Büchsenmeister und Handlanger bedient. Im dreißigjährigen Kriege kommt der Name Constabler*) dafür auf; auch „Kanonier" ist gebräuchlich, besonders in den Lehrbüchern (in Frankreich wurde er zuerst „Artillerist" genannt). Die leichten Regimentsgeschütze wurden nur von kommandirten Musketieren bedient, was auch sehr leicht anging, da durchaus fast nur mit Kartätschen geschossen wurde, und sie daher keiner besonderen künstlichen Richtung und Fachkenntniß zum Laden bedurften.**) Nach Schreiber's Büchsenmeisters-Schule ist der Bedarf an Bedienungsmannschaft folgender:

*) Der Kunstäbel, Kunstabler, d. h. Artillerist, früher eine Charge, wie die des Büchsenmeisters. „Und weiln die Kunstäbel gar guet schossen" (Heilmann III. 943); ursprünglich Constabulari, d. h. Zeltbruder, Kasern- und Waffengefährte, eine Bezeichnung, die schon früher in Gebrauch war (Pierer's Encyclopädie). In Bayern soll die Bezeichnung vom Jahre 1660 datiren. — Der Name Constabl erhielt sich bis zum 7jährigen Kriege.

**) Hoyer, I. 430 und II. 42.

Geschütz	Büchsenmeister	Handlanger
Zur ganzen Karthaune	4	20
„ halben „	2	10
„ Viertels- „	1	7
„ kleinen „	1	2—4
„ ganzen Nothschlange	4	18
„ halben „	2	10
„ Quartier- „	2	10
„ ganzen Feldschlange	2	9
„ halben „	1	6
„ Quartierschlange	1	4
„ halben Quartierschlange	1	3

Die eine Hälfte derselben stand rechts, die andere links vom Geschütz.

Die Büchsenmeister besorgten das Richten, das Einführen der Ladung und das Abfeuern, die Gehülfen oder Handlanger dagegen das Auswischen, Ansetzen, die Bewegung des Geschützes und das Beitragen der Munition. Alle diese Bewegungen wurden tempoweise verrichtet und die Kanoniere darauf geübt, die möglichst größte Geschwindigkeit hervorzubringen. Wieweit man es hierin gebracht hatte, beweisen die Zahlen, die unter dem Kapitel „Feuerschnelligkeit" (E. 3) aufgeführt werden sollen. Doch finden sich keine Anhaltspunkte dafür, daß die deutschen Artilleristen während dieses Zeitraums bestimmte Vorschriften für die Bedienung ihrer Geschütze gehabt hätten; gewiß ist aber, daß sie sich in der Folge nach dem Beispiele der Franzosen richteten, die seit Ludwig XIV. ein vollständiges Reglement besaßen. Bei diesen waren zur Bedienung eines Mörsers zwei Bombardiere und drei Gehülfen erforderlich, von denen die beiden ersteren wieder die Ladung, das Richten und das Abfeuern über sich hatten, die drei letzteren aber die Verdämmung der Bombe, das in die Höhe Richten und Vorwärtsbringen der Mörser, sowie das Beitragen der Bomben besorgten. Der Steinböller ward nur von drei Mann geladen und abgefeuert, weil er leichter war und es keines zweiten Feuerwerkers zum Zünden der Bombe bedurfte. Uebrigens war hier, wie bei den Kanonen, die Funktion jedes Mannes ganz genau bestimmt, so daß er nur die ihm vorgeschriebenen Arbeiten und durchaus nichts anderes machen durfte.

2. Die Mechanik der Geschützbedienung.

Die einzelnen mechanischen Verrichtungen, um das Geschütz schußfertig zu machen, waren dieselben wie im vorigen Jahrhundert; als neu kam nur noch das Einsetzen der Brandrohre, Tempiren der Zünder und Aufstechen der Kartuschen hinzu. An Einfachheit hatte die Bedienung nicht zugenommen.

Das Laden der Kanonen wurde noch mit aller möglichen Vorsicht betrieben, um Unglücksfälle zu vermeiden. Die Lehren der Erfahrung wurden dabei benutzt Nachdem die Seele mit dem Wischer gereinigt worden, wurde die Pulverladung sorgfältig in eine Ladeschaufel geschüttet, auf den Grund der Seele gebracht, ein Vorschlag von Heu, Stroh oder Werg, der gedrängt in die Seele ging, mit dem Ansetzer eingeführt und auf die Ladung gedrückt Dieser Vorschlag sollte alle Pulverkörner nach dem Boden der Seele bringen, damit durch die Reibung der Kugel darau kein Unglück entstände.

Auf diese Weise drängte der Ansetzer alles Pulver in einen feinem Volumen gleichen Raum. Während dies geschah, hielt ein Kanonier einen Finger auf das Zündloch. Bevor die Kugel auf den Vorschlag gesetzt wurde, entfernte man sorgfältig allen Sand von ihr, denn man wußte, daß er Funken erzeugen und den Schuß zu früh zur Entzündung bringen konnte. Ein zweiter Vorschlag auf die Kugel diente dazu, sie fest zu halten.*)

Vorsichtshalber wird dem einführenden Kanonier gerathen, sich seitwärts der Mündung zu postiren. Das Schließen des Zündlochs während des Einführens der Ladung hatte, so lange das Pulver lose war, den Zweck, das Austreten desselben aus dem erweiterten Zündloche zu verhindern. Erst mit Einführung der Kartusche kam die weitere Absicht hinzu, glühende Kartusch-Ueberreste zu ersticken. Die Kartusche war anfangs nicht allgemein mit dem Geschoß verbunden, sondern man lud sie allein in das Geschütz, setzte auf sie einen Vorschlag, dann das Geschoß und zuletzt nochmal einen Vorschlag von Heu, Stroh, Lappen, Werg, Seilwerk und dergleichen; so wurden nicht allein die Feldgeschütze zum Geschwindschießen, sondern auch die Batteriestücke geladen, weil dadurch die Bedienung

*) Nach „Etudes sur l'Artillerie" von Favé, III. Bd. 9. Cap.; histoire des progrès de l'Artillerie S. 373.

gefahrloser wurde.*) — Nach dem dritten Schusse wird hierbei jedesmal ausgewischt, sonst bei jeder neuen Ladung zwei Mal. Das Einwickeln der Kugeln in Schaffelle, Heu, Werg ꝛc. wird zur Erzielung sicherer Schüsse und zur Schonung des Rohres sehr empfohlen. — Nach Simienowicz zerfällt das Laden in folgende fünf Tempos:

1) Reinigen des Zündlochs; Ausflammen der Seele mit 1/4-kugelschwerer Ladung, der etwas Salz beigemischt ist; zweimaliges Auswischen und Abklopfen des Wischers.

2) Füllen der Ladeschaufel, die zuerst probirt worden, mit dem Pulvermaß, Einführen der Pulverladung, Umkehren der Schaufel, verbunden mit Schlägen an die Stange, Ansetzen mit dem Setzkolben.

3) Einbringen des ersten Vorschlags.

4) Prüfung der Kugel mit der Leere auf das richtige Kaliber und

5) Einführen derselben, demnächst den zweiten Vorschlag darauf, Einräumen des Zündlochs mit gutem „Laufpulver."

Nach dem Laden wird die Mündung mit dem Pfropf verschlossen, damit nichts Unsauberes hineinfliege. Kartuschen werden ebenfalls mit der Ladeschaufel eingeführt und mit der Zündruthe oder Raumnadel festgehalten, damit sie beim Zurückziehen jener in ihrer Lage sich nicht verrücke, und dann aufgestochen.

Die Richtung wurde den Geschützen theils durch das Augenmaß, theils durch Instrumente gegeben, und zwar entweder zum Kernschuß oder zur größten Schußweite, d. h. mit der natürlichen Visirlinie oder unter 45°. Die Kenntniß der Entfernung des Ziels ist hierbei nothwendige Voraussetzung, und ist die genaue Bestimmung derselben der wesentlichste Faktor für eine gute Richtung, weil sich hiernach die Lage der Batterie bemißt, und der Prüfstein für einen erfahrenen Büchsenmeister. Die Rathschläge, welche die Artillerieschriftsteller für das Geschützrichten geben, lassen erkennen, daß man mehr Vertrauen auf ein richtiges durch Erfahrung erprobtes Gefühl, als auf geometrische Regeln hatte.

Im Felde wird die Richtung gewöhnlich nach dem Augenmaß genommen, um schneller zum Schuß zu kommen, „denn,"

*) Mieth, Neue Geschützbeschreibung. II. Theil, 16 Cap.

sagt ein alter Praktiker,*) „es ist nicht der Brauch, daß man vorm Feinde mit Quadranten die Stücke richtet, es würde weder der Feind noch der Commandant derer Orte zulassen; dann einer, der nur durch seine Daumen sein Stück richtet, kann wohl drei Mal schießen, ehe einer mit seinen Quadranten einmalig fertig wird; seine Schießgesellen würden ihn auslachen, wann einer also käme mit seinem Quadranten aufgezogen." Und im „Büchsenmeister-Diskurs" legt Schreiber auf die Frage nach den Richtinstrumenten seinem Büchsenmeister die Antwort in den Mund: „Bester Herr Zeugmeister, es läßt ihm wohl Mancher träumen, wenn er nur schöne vergoldte instrumenta, etwan auf seltsame Form gemacht, bei sich führet, daß er für Andern in der Kunst den Vorzug haben soll, vermeinet auch, wenn er solch Instrument bei seinem Stück gebrauchet er könne nicht fehlen. Denn die meisten gemeinen Büchsenmeister verstehen nicht, was mit einem Quadranten zu thun sei. Sie verstehen nicht, daß sie mit einem gemeinen Triangel ebenso wohl und noch besser, als mit einem solchem instrumento, darbei dann die Schifftung nach Schritten, zu schießen ist, kann verrichtet werden. Denn es kommen alle Instrument aus einem Fundament her" . . . . ꝛc. — Abbildungen und Anweisungen in artilleristischen Compendien suchen es anschaulich zu machen, wie „mit Augenmaß" zu schießen, und theilen das Absehen in bestimmte, vom Auge ausgehende Linien ein.

Von den subtilen Ansichten, die in Bezug auf Richten trotzdem bei den damaligen Schießkünstlern herrschten, mag folgende Stelle aus Schreiber's „Büchsenmeisterey" einen Begriff geben: „Wann Einer einen gewissen Schuß anbringen will, muß er auf nachfolgende Stücke Achtung geben: ob er mit seinem Stücke hoch oder niedrig oder im Ebenen liege? oder ob er muß von der Höhe in die Tiefe, oder von da in die Höhe schießen? oder ob er was brechen (breschiren) soll? oder ob er mit Blei, Eisen oder Stein scheußt? oder ob er nahe oder weit zu schießen hat? . . . . Wann dasjenige, wonach man schießen will, an einem niedrigen Orte stehet und das Geschütz hoch gestellt ist, so muß man den dritten Theil (der Entfernung?) kurz unter sich richten; ist aber das Ziel gar jählinge tief, so muß man gar sehr

*) Schreiber, Neue Büchsenmeisterey, 21 Cap. „Wie man ein Stück recht richten soll."

kurz niedrig richten. Wann man aber über ein Thal oder über Wasser zu schießen hat, so muß man der Ladung Pulver zugeben, denn die Distance ist allzeit weiter, als wir vermeinen. Wann etwan der Feind nahe bei einer Festung vorüberzeucht, so richtet man etwan drei oder vier Schritte vor dem Mann. Will man aber aus einer Festung in ein Lager oder Schanze schießen, so richtet man zehn Schritte vor die Tranchee, so wird die Kugel im Geller überspringen und ins Lager laufen. Will man aber aus einer Festung des Feindes Batterie ruiniren, so faßt man sie ungefähr 2½ Schuh hoch. — Hat man aber von einer Höhe weit zu schießen, so muß man wohl hoch richten, oder der Ladung zugeben. Hast du aber hoch über sich zu richten, wann's nicht weit ist, so richte als wann du dieselbe Höhe über sich bestreichen wolltest; ist aber die Distanz weit, so mußt du hoch im Bogen richten und hinten auf dem höchsten Reifen einen Kegel aufsetzen. Wann man aber was mit Stücken brechen will, so muß man's, so viel möglich ist, in der Grade zu (direkt) beschießen. Hast du aber Regimenter oder Mannschaft zu schießen, so scheußt du am gewißesten Alles mit Gellschüssen und mußt also richten, daß die Kugel drei Viertel der Weiten aufschlage, so wird sie unter den Haufen gellen; scheußt du aber zu nahe am Tropp (Trupp?) oder mitten hinein, so gellt die Kugel oben hinweg und thut nichts". — Buchner, der obigen Autor in mancher Hinsicht ergänzt, giebt noch präzisere Andeutungen für die verschiedenen Fälle des praktischen Richtens, und zwar:

„1) Im freien und ebenen Felde, nach einer Scheiben oder gewissen Ziel, mit ½-kugelschwer Hakenpulver zu schießen, ergreift man die Scheibe, so selbige acht Ellen (ca. 5m.) im Geviert und auf 1000 Schritte stehet, in der Mitte; ist aber das Ziel klein, so richtet man drei Viertel tief in selbiges."

„2) Wann aber tief zu schießen ist, muß 1° höher gerichtet werden."

„3) Hingegen so man hoch zu schießen hat, muß ein wenig kurz gerichtet werden, weil die Kugel von dem Dunst ihren völligen Trieb erlänget, und wird ein Verständiger, nachdem die Distanz nahe oder weit ist, sich schon ferner zu helfen wissen."

„4) Wenn es neblicht, Schnee- oder Regenwetter ist, muß auch etwas höher gerichtet werden."

„5) Unter einen Haufen Fußvolk oder Reiterei zu schießen, will in Acht genommen sein, ob solche entgegen, seiten- oder hinterwärts, geschwind oder langsam marschiren und kann a. entgegen, vorwärts oder seitwärts zwei bis drei Schritte vor ihnen her gerichtet werden; b. hinterwärts mitten im Troppe abkommen und losgefeuert, dabei aber die Distanz, und in was vor Quantität selbige, ob sie langsam oder geschwind marschiren, wohl zu observiren." *) — Einen Unterschied im Richten macht es, nach Buchner, auch aus, ob man mit langen oder kurzen Rohren, schweren oder leichten Kugeln schießt. Bei langen Rohren von nicht zu großem Kaliber darf man auf 700 Schritt Entfernung kaum auf die halbe Schußweite richten und abkommen; bei schwererem Kaliber dagegen soll man ziemlich nahe ans Ziel richten. Beim Schießen aus kurzen Rohren großen Kalibers richtet man direkt nach dem Ziele.

Schreiber will nichts davon wissen, daß man das Maß genau vorschreiben soll, um das vorzurichten ist, oder daß man auf Kniee, Brust oder Kopf des Mannes richtet, „da doch solch Büchsenrichten in keiner Gewißheit bestehet, bis daß es ein erfahrener Büchsenmeister durch einen oder mehr Schüsse erlernet."

Die Manipulationen beim Richten waren folgende:

1) Wurde die Entfernung geschätzt oder gemessen.

2) Die Seitenrichtung nach dem Augenmaße über die Mundfriese hin genommen.

3) Das Rohr horizontal gestellt und die Mittellinie desselben gesucht.

4) Vorn ein kleiner Kegel als Korn aufgesetzt und mittelst desselben nun entweder über die Daumen, oder mit Quadrant, Triangel, Winkelhaken und dergleichen gerichtet.

Zum Kernschuß wird das Rohr verglichen; dies geschieht entweder mit dem Taster oder der „Chorda" (Schnur).

Auf die Mundfriese wird alsdann das sogenannte Vergleichskorn aufgesetzt, das den Unterschied der vorderen und hinteren Metallstärke zur Höhe hat. Liegt nun das Ziel auf Kernschußweite im Geschützhorizont, so braucht man nur die so hergestellte Visirlinie auf dasselbe einspielen zu lassen, um zu treffen. — Will man aber das Rohr nicht vergleichen, so legt man den Quadranten in die Mündung und läßt das Rohr so lange eleviren resp. senken,

*) Theoria et Praxis Artilleriae, I. 49.

bis der Perpendikel einspielt; doch muß man alsdann etwas tiefer anvisiren. Wie man aus dem bekannten Kernschuß des Stückes und einer für ein beliebiges Geschütz aufgestellten Schußtafel mittelst der Regel de Tri die Erhöhung für jede beliebige Entfernung fand, ist schon unter A. 3 angegeben worden.

Zum Richten bedient man sich auch einer Art Aufsätze, die ähnlich wie die Visirkegelein gemacht sind und hinten aufs Rohr aufgesetzt werden. Um einen Aufsatz auf 1000 Schritt herzustellen, nimmt man die Höhe von ein Viertel Seelendurchmesser. Schreiber giebt in einer Kugeltafel die Maße hierfür an.

Namen der Stücke.	Einer jeden Kugel Diameter nach Zollen u. Gradus abgemessen, den Zoll in 16° Eisen.		Wird auf 1000 Schritt gesetzt zu Karthaunen- oder Schlangenpulver.	
	Zoll.	Grad.	Zoll.	Grad.
Ganze Nothschlange	7	6	1	12
Halbe „	5	15	1	8
Quartier- „	5	2	1	4
Ganze Feldschlange	5	10	1	6
Halbe „	4	7	1	2
Quartierschlange	4	3	1	1
Halbe Quartierschlange	3	8	—	13
Ganze Karthaune	7	$8^1/_2$	1	14
Halbe „	6	—	1	8
Viertel „	4	12	1	7
$^1/_2$-Viertel „	3	12	—	14
Feldstücke	2	9	—	—
Falkonetel	1	9	—	—

Der Winkelhaken, der zum Geben der Höhenrichtung in die Mündung gesteckt wird, ist vor dem Feinde nicht beliebt, weil man dabei vor das Geschütz treten muß, „welches der Feind nicht zulassen würde, er würde Einem solch Richten bald verbieten", doch wird seine Anwendung wegen der größeren Genauigkeit zum Scheiben- und Probeschießen empfohlen.

Das Eingraben des Laffetenschwanzes ist ein beliebtes Mittel, die Schußweiten zu vergrößern und war um so nothwendiger, als (nach Schreiber) die größte Elevirbarkeit der Laffeten 24° betrug.

Zum Schießen bei Nacht müssen zum Wiederauffinden der Richtung verschiedene Merkzeichen an und neben dem Geschütz ge-

macht werden, und zwar müssen „1) die Räder nebst der Pforten, worauf solche gestanden, der Laffetenschwanz, ingleichen die Stell- und Richtkeile gezeichnet werden; 2) wird an zwei oder drei Orten des Stücks das Bleiloth angeschlagen und wo solches hinweiset, daselbst werden Pflöcker oder Gemerker gemacht; 3) wird der Quadrant an einen gewissen Ort hinten aufs Stücke gestellt, daran man sehen kann, ob der Perpendikel den am Tage observirenden Grad wieder zeiget."

Manchmal wurde am Korne auch eine brennende Lunte befestigt, um das Richten zu erleichtern, diese Methode jedoch für gefährlich gehalten.

Aus dem Vorausgehenden ist ersichtlich, daß ein gutes Augenmaß Haupterforderniß für einen tüchtigen Büchsenmeister war. Schreiber sagt ad hoc: „ein Meister soll sich allzeit in Schritten üben, damit wann was vorfället, er beim Gleichen bald ins Augenmaß fassen könne, wie weit etwan 1, 2, 3, 400 2c. oder 1000 Schritte ins Feld seyen. Das ist einem Büchsenmeister ein groß Hülfsmittel, wenn er recht richten soll." Dies reichte jedoch für die großen Artillerie-Entfernungen nicht aus, und so erschien schon Ende des vorigen Jahrhunderts in einem italienischen Werke*) ein Distanzmesser, dessen Erfinder der Verfasser Capobianco selber ist. Obgleich dieses Instrument sich hier noch in der primitivsten Form zeigt, so läßt sich doch daraus entnehmen, wie frühzeitig das Bedürfniß nach einem solchen empfunden worden ist. Während des 17. Jahrhunderts erscheint der Distanzmesser in verbesserter Form häufig in deutschen Fachwerken, so in Furtenbach's Büchsenmeisterey-Schul, III, 142; Kästner's Vestibulum Pyroboliae, II, 48; Schreiber's Büchsenmeister-Diskurs S. 107, insbesondere aber in des Rivius „Geometrisch. Büchsenmeisterey" (1608), das ein ganzes Buch über Feldmessen enthält, mit vielen neuen sinnreichen Instrumenten.

Zum Abfeuern des Geschützes wird das Zündloch mit Zündpulver eingeräumt, mit der Raumnadel durchgestoßen, daß es auf die Ladung fest ansteht und nicht hohl geladen wird, hierauf wird auf die Zündpfanne noch Pulver aufgefüllt und etwas neben oder hinter derselben gestreut, damit das ausfahrende Feuer

*) Corona e palma militare di artigleria von Capitän Alessandro Capo Bianco. Venedig 1598.

nicht etwa die Lunte verderbe oder gar die Zündruthe aus der Hand schlage. Der Kanonier, der das Abfeuern zu besorgen hat, stellt sich links seitwärts und rückwärts des Stückes auf, während der Büchsenmeister unter Wind beobachtet. Vor dem Einräumen des Zündlochs wird der Geschützstand genau revidirt, um alle Mängel, welche den Schuß nachtheilig beeinflussen könnten, noch zu beseitigen.

Geschütze, die lange Zeit geladen gestanden, soll man nicht „aus freier Hand“ losschießen, wenn man die Ladung nicht selbst besorgt hat. In diesem Falle sucht man die Größe der Ladung zu ermitteln, indem man nach Entfernung des Vorschlags mit dem Setzkolben bis an die Kugel stößt und an der Stange sich ein Zeichen macht, wie weit sie ins Rohr ging; alsdann mißt man mit dem Zirkel außen vom Setzer bis zum Zündloch. Beträgt letzterer Abstand drei Kaliber, so ist ½-kugelschwer, vier oder mehr, so ist ⅔-kugelschwer oder noch stärker geladen, und man möge sich daraus überlegen, ob auszuladen sei oder nicht. Werden geladene Geschütze nicht sofort abgefeuert, so wird das Mundloch mit dem Mundpfropf und das Zündloch durch eine Kapelle, Wachs u. dergl. verschlossen. Die Stücke werden entladen, indem man mit der an einer Stange befestigten Rothschraube (Lumpen- oder Vorschlagzieher, auch „Falkenterz“ genannt) den Vorschlag wegnimmt, die Mündung des Rohres dann etwas senkt, damit die Kugel herauslaufen kann. Ist sie eingerostet oder mit Pulverschleim angekittet, oder stemmt sie sich an den Seelenwänden, so sucht man sie mit der Ladeschaufel loszumachen; demnächst kommt auf die gleiche Weise der zweite Vorschlag und die Ladung heraus, und wird das Rohr sauber ausgewischt. — Steckengebliebene Kugeln sucht man entweder mit dem Hebebaum auf die Ladung zurückzustoßen und dann abzufeuern; hierbei wird aber die Seele ruinirt, und besteht Gefahr des Zerspringens. Oder aber man bestreicht mit einem Pinsel die Kugel rund herum mit Leinöl, läßt das Stück einige Zeit so stehen und sucht dann die Kugel durch leichte Stöße auf das Mundloch zu lösen. Hilft das nichts, so schüttet man etwas Wasser ins Zündloch, damit sich das Pulver erweiche, räumt dann gutes Zündpulver ein und feuert ab, wovon die Kugel dann herausgeschreckt wird. Hat sich das Pulver verhärtet, daß es nicht herauszubringen ist, so setzt man in

letzteres ein Zündbrändchen und feuert ab oder sucht das Pulver durch Einschütten von Essig, Branntwein &c. aufzuweichen.

Um vernagelte Geschütze wieder schußfertig zu machen, wendete man verschiedene Mittel an: man schoß den Nagel entweder heraus, nachdem die Kugel ausgeladen, ein Lauffeuer ins Rohr gebracht, das Rohr vorn und hinten verdämmt und das Mundloch geschlossen worden war; oder man verklebt das Zündloch mit Wachs und gießt Scheidewasser auf den Nagel, wodurch er oxydirt und leicht herauszubringen ist; doch springen beim Schießen dann gern die Zündlöcher aus; oder man räumt Pulver ohne Vorschlag ein, und klopft etwas an das Rohr, daß sich Pulver zwischen die Kugel setze, bringt dann mit der Ladeschaufel ein Lauffeuer ins Rohr und zündet von vorne. Der Nagel wird, wenn genügend Zeit vorhanden (nicht unter sechs Stunden), herausgebohrt und das Zündloch neuerdings verschraubt.

Die Steinkanonen (Haubitzen) werden wie folgt geladen: Zuerst wird das Stück ausgeflammt und die Kammer rein ausgewischt, das Pulver in eine der Form der Kammer entsprechende papierne Kartusche eingefüllt, eingeführt und darauf ein hölzerner Spiegel gesetzt, der die Kammer vollends ausfüllen muß. Ladung und Spiegel finden sich auch schon miteinander verbunden und werden dann mit der an einer Stange befestigten Schraube in die Kammer eingeführt, das Gewinde wieder herausgeschraubt und die Ladung mit dem Setzer angesetzt. Alsdann kommt die Kugel mit ihrer Verdämmung ins Rohr. Beim Schießen mit Feuerballen, Leuchtkugeln, brennendem Stein und dergl. müssen auf den hölzernen Spiegel vorm Stoß zwei oder drei Stroh- oder Filzspiegel angebracht und das Projektil mit Leinwand oder Filz verdämmt werden. Die Granaten werden mit Wolldecken oder Filz gefüttert und auf einem Spiegel befestigt. Korbhagel &c. wird vorn und hinten verdämmt. Das Richten und Abfeuern geschieht wie bei den übrigen Geschützen.

In Bedienung der Mörser waren die deutschen Artilleristen allen anderen voraus. Man bediente sich ihrer nicht nur, um die Häuser der belagerten Städte in Brand zu stecken, sondern auch das Geschütz auf den Wällen zu demontiren, die Besatzung von den Außenwerken zu vertreiben, den Belagerer in den Trancheen zu beunruhigen. Hierzu war die sorgfältigste Behandlung unentbehrlich. Vor allen Dingen mußte auf dem Feuermörser „das



Mittel" gesucht und darauf verzeichnet werden, um ihn in die Richtung des Zieles zu bringen und ihm den nöthigen Erhöhungswinkel ertheilen zu können, darnach wird die „Kreuzlinie" mit dem Zirkel aufgesucht und bemerkt, demnächst der Mörser ausgeflammt, rein ausgewischt und geladen. Zu dem Zwecke steckte man die Raumnadel ins Zündloch, nachdem die Pulverladung, die der zu erreichenden Wurfweite entsprechend sein mußte, abgewogen in die Kammer gebracht, mit dem Setzer zusammengedrückt und dann ein in die Kammer passender Spiegel gedrängt eingetrieben worden war. Einige setzten auf diesen Spiegel eine runde Scheibe Rasen, andere einen bloßen Kranz von Stroh oder altem Tauwerk, um der Bombe ein festes Lager zu verschaffen, ja man ließ den Spiegel zuweilen ganz weg und legte bloß einen von Stroh geflochtenen Vorschlag unter die Bombe auf das Pulver. Oben ward die Bombe verkeilt, d. h. durch neben ihr eingesteckte kleine hölzerne Keile in ihrer Lage festgehalten, und rings herum mit Hanf, Seilwerk, grobem Sacktuch oder auch mit gesiebter Erde verdämmt, nur der Zünder lag frei. Diese Verdämmung hatte die Bestimmung, jede Verbindung des brennenden Zünders mit der Mörserladung zu verhindern. Beim Losbrennen wurde zuerst dem Brandrohr, dann der Ladung Feuer gegeben, und hatte man hierzu einen Feuerwerkskörper von lebhafter Brennkraft (Zündlicht). Die Bombe wurde so mit zwei Feuern geworfen. Brand- und Leuchtkugeln pflegte man aber nur mit einem Feuer zu werfen, setzte aber allzeit das Brandloch auf die Pulverladung und verfehlte gerade dadurch die Absicht der sichern Funktionirung des Zünders, denn die Entzündung des Körpers ward fast immer durch die Heftigkeit des ausfahrenden Feuerstrahles verhindert. Wahrscheinlich war dies die Ursache, daß in der Belagerung von Regensburg 1634 sehr viele der von den Kaiserlichen in großer Menge in die Stadt geworfenen Feuerkugeln blind gingen.*) So lange man auf der irrigen Meinung bestand, die Kunstfeuer könnten bei dem Werfen „aus der Dunst", d. i. mit Brandloch nach oben, sich nicht entzünden, mußte man nothwendig das Verfahren, die Bomben rc. mit dem Brandloch nach unten einzuladen, für äußerst gefährlich halten, weil dieselben in der Regel dabei zersprangen. Als man

*) Hoyer, Gesch. der Kriegskunst, I. § 295 und Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

aber einzusehen anfing, daß die letzteren dennoch Feuer bekamen, obgleich der Zünder nach der Mündung zustand, warf man lieber „aus Dunst" als mit zwei Feuern, da man nicht zu besorgen brauchte, daß die Bombe in dem Mörser oder kurz vor der Mündung krepirte, wenn durch irgend einen Zufall die Ladung des Mörsers kein Feuer bekam.*) — Das größte Kunststück für einen Feuerwerker bestand darin, den Brennsatz im Zünder so einzurichten, daß die Bombe auf der richtigen Distanz zersprang, oder (nach Buchner) „wie ein Brand auf ein gewiß tempo einzurichten, damit man sich bei Werffen der Granaten in die Weite und Nähe der Elevation und des Bogens betreffend, dann einrichten könne." Zu diesem Behufe ist es nothwendig, ehe die anderen Brandrohre eingeschlagen werden, einen zu probiren, um zu sehen, ob der Satz zu rasch oder zu faul ist. Hat man die Brennzeit erforscht, so kann man leicht den Brandern nachhelfen. Um dies bei schon geladenen Bomben zu bewirken, mußten die eingesetzten Brandrohre wieder herausgenommen werden. Dies hatte aber seine Schwierigkeiten: anfangs schlang man ein Seil fest um den Kopf der Brandröhre, hing die Bombe an demselben auf und schlug mit hölzernen Hämmern so lange auf dieselbe, bis das Brandrohr herausging und die Bombe herunterfiel. Weil dies sehr langwierig war, fiel David Foerster, ein deutscher Feuerwerker in französischen Diensten, bei der Belagerung von St. Omer (1677) auf ein kürzeres Mittel, indem er den Kopf des Brandrohres abschneiden ließ, um es alsdann hineinzutreiben und die Ladung herausnehmen zu können. Diese Erfindung kostete jedoch ihm und 16 anderen das Leben, weil eine Bombe Feuer fing.**) Um ähnliche Unfälle zu verhüten, erfand man eine Art Schraubenkloben, mittelst dessen die Brandrohre herausgeschraubt wurden.***)

Die Richtung des Mörsers wurde hauptsächlich durch den Quadranten gegeben, und bediente man sich hierzu einer Wurftafel, nach der man einen Probewurf machte, und darnach die Erhöhung änderte. Die Berechnung, die man hierbei anstellte, ist schon oben angegeben. Sobald man nun nach diesen Tabellen verfuhr, konnte

---

*) Hoyer, Gesch. der Kriegskunst, II. § 32. — Siehe auch „Etudes sur l'Artillerie" von Favé, III. 336—340 und IV. 44.

**) Geißler, Neue und curieuse Artillerie. Seite 65.

***) Hoyer, II. § 39.

man nicht anders als unrichtige Würfe erhalten, was umsoweniger zu verwundern ist, je mehr das Bombenwerfen überhaupt von Faktoren abhängig ist, die sich dem Treffen als ungünstig erweisen. Selbst bei der richtigsten Theorie wird man seinen Zweck nicht zu erreichen im Stande sein, wenn nicht ein günstiger Zusammenfluß dieser Nebenumstände die Schwierigkeiten paralysirt. Graf Hatzfeld sagt in seinem, Mitte des 17. Jahrhunderts geschriebenen Manuskripte: „De l'usage moderne de l'Artillerie en Allemagne" über das Richten der Mörser durch die deutschen Büchsenmeister, nachdem er mehrere Methoden erläutert, wörtlich Folgendes: „Ces façons sont bonnes pour les peu expérimentés, car le bon maître pointe sa pièce en se mettant les coudes sur la ceinture, les mains jointes au milieu du corps, les pouces avancés et regardant entre iceux sur le milieu de son mortier, il prend sa droite mire sans autre travail, et juge de l'élévation nécessaire, selon la distance des lieux, la portée de sa pièce et la qualité de la poudre."

Um sich von der Güte aller Arten Geschützes zu überzeugen, ward dasselbe auf das sorgfältigste untersucht und probirt, wenn es aus der Gießerei kam. Bei den Mörsern und Haubitzen hatte diese Untersuchung, das sog. Visitiren der Stücke, keine Schwierigkeit, weil man wegen der Größe der Mündung den inneren Raum bequem übersehen, und alle im Rohrinnern befindlichen Gruben leicht entdecken konnte. Anders hingegen verhielt es sich mit den Kanonen, deren langes Rohr und kleines Kaliber dies nicht gestattete. Mit dem festgelegten Rohre geschahen drei Probeschüsse, der erste mit kugelschwerer und die beiden andern mit $^3/_4$-kugelschwerer Ladung. Dann ging man zur Wasserprobe über. Man preßte das Wasser in die Seele, um sich zu überzeugen, daß es nicht bis zur Oberfläche durchsickerte. Es ward nun die Seele mit dem Spiegel und mit Wachsstock untersucht, endlich wurde der sogenannte „Stückvisitirer" angewendet, um die Gallen und Risse zu erkennen. Es war dies ein zwei- oder mehrfacher an einer Stange befestigter Haken, mit dem man langsam in der Seele der Kanone hin und herfuhr. Weil diese Haken die Unbequemlichkeit hatten, kleine Vertiefungen der Seele nicht bemerkbar zu machen, in größeren aber zuweilen fest hängen zu bleiben, so wurde gegen das Ende des 17. Jahrhunderts eine andere Art angewendet, die aus zwei beweglichen Haken bestand, die durch eine zwischen ihnen

angebrachte Feder auseinander gedrückt und dadurch gezwungen wurden, selbst in den geringsten Ritz des Metalls einzudringen, ein über die Stange desselben gehender und an einer zweiten Stange befestigter Ring diente dazu, die Feder des Hakens auseinander zu drücken, und das Herausziehen desselben aus dem Rohr zu erleichtern.*)

Schreiber hielt das Revidiren des Geschützes und seines Zubehörs vor dem Schießen für so wichtig, daß er das Treffen hauptsächlich davon abhängig macht. „Wiewohl", sagt er,**) „Einem bisweilen ein Glücksschuß geräth, aber einandermal können sie mit ihrem Schießen nicht fort, Ursache, daß sie keinen Mangel wissen in Acht zu nehmen und wissen kein Stück zu visitiren, an dem doch viel mehr gelegen ist, als am Schießen selber, dann die Erfahrung bezeugt es, wann einem Unerfahrenen dieser Kunst ein gerades Stücke, eine darzu gehörige rechte Ladeschaufel und rechte Kugeln und gut Pulver unter die Hand gegeben wird, so geräth manchesmal sobald ein Glücksschuß, als einem, der die Kunst nach Gebühr gelernt hat. Kömmt es aber ein andermal, daß ihm ein krumm Stücke, oder zu kleine Kugeln, oder nicht rechte oder verwechselte Ladeschaufeln, verdorben Pulver, oder ein Stücke mit einer Kammer vorgestellet wird, daß er damit schießen soll, so wird er aus Unwissenheit nichts wissen zu tadeln, er wird es ohne alles Bedenken gebrauchen, und sich und Andre unwissend in Leib- und Lebensgefahr setzen."

Das Abkühlen der Stücke nach längerem Schießen wurde auf verschiedene Weise effectuirt: entweder setzte man eine Zeit lang (alle 3 Stunden lang 1 Stunde) mit dem Feuer aus, oder breitet Decken, Schafsfelle u. dergl., die in Wasser, Essig oder Urin getaucht wurden, über die Rohre, manchmal wischte man auch naß durch die Seele, aber ungern, weil man befürchtete, daß das erhitzte Rohr Feuchtigkeit an sich ziehe, wodurch beim nächsten Schuß die Schußweite verkürzt wurde, oder man drehte die Mündung nach dem Winde und wischte trocken durch. Dem Menschenharn wird die Eigenschaft zugeschrieben, den verhärteten Pulverschleim zu lösen; in solchen Fällen wird die Seele auch mit gestoßener Kreide bestrichen.

*) Hoyer, Gesch. der Kriegskunst, II. § 40.

**) Neue Büchsenmeisterey, 13. Cap.



Resumee:

Bemerkenswerth ist die außerordentliche Gewandtheit und technische Vollkommenheit der deutschen Constabler in der Bedienung und Behandlung ihrer Geschütze; die dadurch erzielte große Feuerbereitschaft und Sicherheit, ihre vielfachen Hand- und Kunstgriffe, um sich das Geschütz stets schußfähig zu erhalten und die größte Geschoßwirkung zu erzeugen, und endlich die gerechtfertigte Aufmerksamkeit, die man dem Richten schenkte.

D. Das praktische Schießen.

I. Aufstellung allgemeiner Gebrauchsregeln.

Das praktische Schießen ist der Endzweck alles artilleristischen Thuns und Strebens, es ist gleichsam das Produkt aus allen auf den verschiedenen Gebieten erarbeiteten und errechneten Faktoren. Wenn es wirklich „praktisch" sein soll, muß der aufgebotene Kraftaufwand im richtigen Verhältniß zu dem angestrebten Zwecke stehen und die Art der verwendeten Kraft die geeignetste zur Erreichung jenes Zweckes sein, d. h. es muß das richtige Geschütz (nach Art und Kaliber) richtig gebraucht werden.*)

Da nun der Krafteffekt für einen bestimmten Zweck nur durch Versuche erkannt werden kann, die „gute, alte Zeit" es aber nicht verstand, dergleichen nutzbringend anzustellen und zu verwerthen, so waren die Regeln für den Gebrauch der Geschütze noch sehr simpel und beziehen sich meist auf die Aufstellung des Geschützes, das Laden und Richten, hingegen nur sehr ausnahmsweise auf die vorzunehmenden Korrekturen.

Aufstellung der Geschütze. In Festungen stellt man die größten Kaliber auf die Wälle, die kleinen in Streichwehren und Casematten, auf die Bresche, an die Thore ꝛc. — 12-, 16- und 18pfündige Schlangen gelten als die besten Defensionsgeschütze, demnächst 4- und 8pfündige Falkoneten wegen ihrer wenig zahlreichen Bedienung, größeren Feuerbereitschaft und leichteren

*) Müller, Entwickelung der Festungsartillerie S. 92.

Munitionsversorgung. 1- und 2pfündige und noch kleinere Stücke stellt man auf die Mauern und Thürme als Jagdgeschütze. In Batterien sollen die Geschütze nicht näher als 14 Fuß aneinander gestellt werden. — Im freien Felde vereinigt man mit Vorliebe die disponible Artillerie zur konzentrischen Massenwirkung, wird aber dadurch öfters die Beute des Siegers. Man wählte die höchsten Punkte als Geschützpositionen, ganz dem Gebrauche der Kriegsmaschinen vor Erfindung des Pulvers gemäß. Moriz von Nassau schlug in seinem Reglement 1676 vor, die schweren Geschütze zwischen die Infanterie und so aufzustellen, daß sie ein Kreuzfeuer erzeugen und den Feind flankiren könnten. — Der kommandirende General im Felde oder der Kommandant eines festen Platzes mußte mit den Artillerieoffizieren überlegen, wo die Geschütze am vortheilhaftesten und zweckmäßigsten aufzufahren waren, besonders mußten sie dabei erwägen, die Kanonen so zu placiren, daß sie die Schüsse gut anbringen und selbige die gehörige Wirkung thun könnten.*)

Gegen die verschiedenen Objekte des Belagerungskrieges schreibt Buchner**) folgende Anordnung der Geschütze vor.

„1) Mauern und Thürme zu fällen, müssen in der Mitte durch 2 Batterien kreutzweise gegeneinander, jedoch gleich von vorn zugerichtet, beschossen werden, und seind die von harten Steinen eher als die von weichen Steinen oder Ziegelsteinen zu fällen."

„2) Die Bollwerke oder Pasteyen werden an dessen Ecken überzwerg, nicht aber in einer Richtung, von beiden Seiten beschossen."

„3) So die Mauern hoch seynd, müssen solche so hoch als möglich gefasset und beschossen werden, dadurch die Zerschöllerung mehr Schaden, als wenn sonsten 2mal daran geschossen worden, verursacht, jedoch allzu hohe Schüsse werden, wenn der Stand nahe ist, nur als Göller antreffen und streifen, auch nichts zu brechen fassen."

„4) Eine Contrabatterie, Cavalier oder Katze muß von drei Batterien kreuzweise und recht beschossen werden."

„5) In die Casematten oder Streichwehren zu schießen, allwo man nach einer rechten Linie nicht beikommen kann, müssen die

*) Geschichte der preuß. Artillerie von Malinowsky. III. 10.
**) Theoria et Praxis Artilleriae. I. 49.

Schüsse kurz vor selbige an die Courtine geschehen, woran solche hineingellen und ebenfalls großen Schaden thun."

„6) Die Wälle von Erde und Reiswerk zu benehmen, muß von oben geschehen, und sonderlich in die Wälle durch das Granaten- und Wallkugelschießen."

„7) Dasjenige, was von Holz gebauet, wird von gemeinen Kugeln mit Streifschüssen, sonsten auch mit Pallisadenkugeln gefället und mit Brandkugeln ruinirt."

„8) Will man aus einer Festung hinter einem Berg in eine Schanz oder Lager schießen, so muß die Kugel ihren ersten Anstoß für (vor) den Trenchirungen nehmen, da sie dann hernach durch das Aufgellen in den begehrten Ort fahren wird."

„9) Will man in den Trencheen, Batterien, Gallerien frei sein, müssen mit stätigem Schießen alle Defensiones benommen werden."

Gegen Schiffe oder über Wasser zu schießen, gilt als besonders schwierig, weil man sich im Distanzschätzen leichter täuscht, und die Luft über Wasser dicker ist als zu Lande, deswegen soll man in der Erhöhung oder Ladung zugeben, auch ist es gut, wenn die Kugel auf dem Wasser aufgellt, oder von unten in das Schiff einschlägt, also lieber zu kurz als zu weit schießen. Vom Lande gegen Schiffe schießt man mit langen, umgekehrt mit kurzen oder verjüngten Stücken, und muß das Zündloch locker eingeräumt werden, damit man rasch lossfeuern könne, ehe das Ziel durch seine Bewegung aus der Richtebene tritt.

Die Beobachtung der Schüsse ist, bei richtigem Verständniß und unter günstigen Verhältnissen, das geeignetste Mittel, den Schießzweck zu erreichen, ihre Wichtigkeit wurde jederzeit eingesehen, und waren die Anforderungen hierin an die Büchsenmeister keine geringen, wenn man bedenkt, daß sie ohne künstliche Verschärfung der Sehkraft vorgenommen wurde, daß man vom Büchsenmeister verlangte, er solle das Maß der Geschoßabweichung abschätzen, und daß sie durch die mangelhafte Feuerleitung sehr erschwert sein mußte. Schreiber*) meint: „ob man schon den ersten Schuß nicht bald den Ort treffen thut, dahin man schießen soll, das verschlägt nichts, wann der Meister nur den Schuß selber besitzet, so kann er schon dem anderen Schusse abbrechen oder zugeben." Die Be-

*) Schreiber, Neue Büchsenmeisterey, 20. Cap.



obachtung geschieht seitwärts vom Geschütz und über Wind, um vom Rauch nicht belästigt zu sein.

Feuerordnung: Bei der Vereinigung mehrerer Geschütze zu Batterien hat man sich mit dem Abfeuern nach dem Winde zu richten, „damit man alzumal zuerst dasjenige Stück losschieße, das vom Winde absteht, dann wann der Wind vom spielenden Stücke auf die andern Stücke geht, so kann es geschehen, daß das spielende Feuer durch den Wind zu allen Stücken geführet werde, und davon ohne Nutzen gelöset werden.“ Diese Massirung von Geschützen konnte einer einheitlichen Feuerleitung wohl nicht ganz entbehren, und dürfte dieselbe den Artillerieoffizieren, speziell dem Artilleriegeneral, übertragen gewesen sein; wiewohl sich nun keine bestimmten Anhaltspunkte für diese Behauptung finden, so scheint sie doch genügend begründet in der häufigen Anwendung der Geschützsalven ganzer Artillerielinien. So begrüßten z. B. die Schweden 1631 beim Elbe-Uebergang Tillys Sturmkolonnen mit einer allgemeinen Kartätschsalve, deren Wirkung ungeheuer war und den Erfolg des Tages entschied. Sehr plausibel wird diese Annahme noch bei Betrachtung des äußerst komplizirten artilleristischen Angriffes der Festungen und der Formationen und Etats des Artilleriepersonals in den deutschen Militärstaaten sowohl überhaupt, wie zu den speziellen Unternehmungen.

Korrekturen werden entweder nach dem Augenmaß durch sogenanntes „Aushalten“ oder „Vorhalten“ im Richten vorgenommen, indem man die Größe der Abweichung ins Auge faßte und danach die Visirlinie einrichtete, oder man veränderte die Elevation, seltener die Ladung. Hat man das Ziel getroffen, so war nach Buchner gut gerichtet, hat man aber fehl geschossen, „so wird es doch nur ein weniges sein, welchem ein Verständiger leichtlich wird helfen können, so aber das Stücke den vorgesetzten Ort oder Scheibe allzuweit gefehlet, ist gewiß mit dem Mittelsuchen nicht fleißig umgegangen, oder das Stück hatte einen Ausschuß,“ — vorausgesetzt, daß man den Fehlschüsse erzeugenden Ursachen vor dem Schießen gehörig nachgespürt und Alles in Ordnung gefunden haben sollte. Um Seitenschüsse zu verbessern, verrückt man das Vergleichskorn auf der Mundfriese so lange nach seitwärts, bis man über Visir und Korn den Seitenschuß sieht, schwenkt dann den Laffetenschwanz, bis die Visirlinie wieder auf das Ziel einspielt: „so wird ohnzweiffel ein guter Schuß zu er-

warten sein.“ Auf ähnliche Weise corrigirt man Hoch- und Tiefschüsse durch Verkürzen resp. Verlängern des Vergleichskorns.

Waren Quadrant etc. schon nicht beliebt beim ersten Einrichten des Geschützes, so war dies nach Eröffnung des Feuers noch weniger der Fall. Schreiber berichtet:*) „Es wollen auch etliche, daß man ohne Quadranten nicht gewiß solle schießen können, sagen: Das bloße Gesicht betrüge gar leichte im Abbrechen und Zugeben beim Richten, da man mit einem Instrument gar genaue abbrechen und zugeben kann, wann eine Wachslinie dabei eingestrichen ist, daran dann alle Schüsse können vermerkt werden, wann aber soviel unzäliger Hindernisse und Irrungen, die im Stellen, Laden und Richten, im Schießen über unsern angewandten Fleiß mit beifallen, betrachtet, so kann ein Jeder leicht erachten, daß auch ein gut Augenmaß dazu gehöre, denn es kann's das Instrument nicht alleine thun, es zeiget ein solch Instrument nur die Schiessung in die Höhe und Niedere, in die Grade (Länge?) kann es nichts zeigen, da muß das Augenmaaß das beste thun, ob zwar etliche Instrumente eine Magnetnadel bei sich haben, mit einer Wachslinie daran, nach der Magnetnadel deliniren, die Seitenschüsse können verbessert werden, so befindet es sich doch auch öfters, daß die Magnetnadel falsch gezeiget hat, von wegen des natürlichen Eisens, darnach sie sich zeucht. Es habe einer so bequeme Instrumente zum Richten der Stücke, als er will, so muß er doch den ersten Schuß allererst erlernen, wie die andern Schüsse müssen verbessert werden.“ — Nach demselben Autor ist es allzeit besser, den ersten Schuß zu kurz, als zu hoch (weit) geschossen, denn, „wann einer vorm Feinde seine Schüsse zu hoch scheußt, so kommt er in Verdacht; ist es doch an einem Schusse nicht viel gelegen, ob man schon nicht bald damit antrifft, dann so kannst Du den andern Schuß schon besser anbringen, wann Du den ersten Schuß gesehen, wo die Kugel aufgeschlagen hat.“

Veränderungen der Ladung werden nur dann vorgenommen, wenn man sich nicht auf die richtige Proportionirung der Ladeschaufel verlassen kann, wenn man verschiedenerlei Pulver unter die Hand bekommt, und wenn man Ziel und Entfernung wechselt, denn, sagt Schreiber, „die Schüß seynd unterschiedlichen, bald hat

*) Neue Büchsenmeisterey, 21. Cap.

man weit, bald hat man nah zu schießen, da dann die Ladung muß abgebrochen und zugegeben werden.

Die Eigenthümlichkeit der zum Mörserfeuer verwendeten Wurftafel bedingt, daß bald mit der Erhöhung, bald mit der Ladung corrigirt werden mußte. Hat man die Entfernung geschätzt oder gemessen, so handelt es sich nur um den ersten Wurf als Probeschuß, aus welchem mittelst der aufgestellten Tabelle Erhöhung und Ladung durch Rechnung gefunden wurden (siehe sub A. 3). — Buchner bemerkt hierzu: „Wann man in die Kammer des Feuermörsers wenig Pulver einladen und gleichwohl eine ziemliche Distanze mit reichen wollte, müßte man den Feuermörser tiefer senken. Wann nun die Distanz zu ändern, und weiter hinaus zu werfen befohlen würde, könnte man solcher Gestalt sich der tabella nicht bedienen, müßte also die Ladung geändert, stärker gemacht, auch noch ein Wurf probiret werden.“ *)

II. Schußarten.

1. Allgemeines.

Zunächst sei der Unterschied erwähnt, den Kästner**) zwischen Schießen und Werfen macht, indem alle mit einer größeren Elevation als 45° abgefeuerten Geschosse als geworfen gelten. Nach anderen Schriftstellern wird aus Kammerstücken (Mörser und Haubitzen) geworfen, aus Kanonen geschossen, ohne nach der Gestalt der Flugbahn zu unterscheiden.

Die Bezeichnung der Schüsse als direkte und indirekte ist noch nicht bekannt, indessen das Feuer gegen verdeckt liegende Ziele ausgeführt wurde. Jedoch war der indirekte Schuß noch nicht auf eine Combination von Einfallwinkel und Ladung, sondern auf die Eigenschaft des Abprallens der Kugeln nach dem ersten Aufschlag („Gellen“) basirt.

Alle Schüsse gehen nach Buchner,***) entweder:

a. Geradezu oder mittelwärts (Kernschuß),
b. aufwärts (Elevations- und Bogenschuß),
c. niederwärts (Depressionsschuß) oder
d. seitenwärts (Flanken- oder Schrägfeuer).

---

*) Theoria et Praxis Artilleriae, II. 71.

**) Vestibulum Pyroboliae, S. 51.

***) Theoria et Praxis Artilleriae, I. 49.

ad a. Geradezu oder mittelwärts geschieht meistens auf Breschen, zum Einschießen von Mauern und Basteien, Curtinen 2c.

ad b. Aufwärts schießt man auf Thürme, Cavalliere, hohe Wälle, „welche Schüsse die größte Gewalt haben."

ad c. Niederwärts wird geschossen auf die Zwinger, Contrescarpen, Casematten und was sonst vortheilhaft auf diese Weise zu erreichen ist.

ad d. Seitenwärts schießt man gegen Truppen, lange Linien u. dgl.

Zum Kernschuß muß das Rohr verglichen sein; zum hohen Bogenschuß gräbt man den Laffetenschwanz ein; hierbei kann man den für 1000 Schritt Entfernung construirten Aufsatz benutzen. Dambach (1609) lehrt:*) „So du wilt Bogenschüß thun, nemlichen da der Feinde vnder einem Berg ligt, vnd du jhme mit den geraden schüssen, deß großen Vortheils halben, nichts thun kannst, so besihe wohl, die weiten, ob es 5, 6 oder 700 Schritt seye, als wann dich gedünkt, du sehest vber 2 oder 300 Schritt nit, so lad das Stück halbkugelschwer, ist es aber weiter, magstu es 3 theil der Kugel schwer laden, richt mit dem Stück gerad oben an den Berg, darnach richt das Stück vber sich mit einem bequemen Instrument oder Triangl, nemblichen es sey so weit es jmmer wölle, daß du auf ein viertheil deß Zolls nicht stehest, also immer fort, du schiessest gleich 800, 900 oder 1000 Schritt weit. — Ist es dann so nahend, vnnd daß man dannoch nur muß Bogenschüß thun, so richts auff halben theil, aber wann es auf 2, 3 oder 400 Schritt ist, darff es keines Auffetzens oder Bogenschusses, es sey dann, daß man vor einer Vestung ligt, die hoch auf einem Berg ist, vnd man nit wohl mit den Stücken an den Berg hinan kommen kann, oder daß ein Festung im Grund liegt, vnd ein hoher Berg so nahend dabey wehre, als nemblichen auff 2 oder 300 Schritt vnd der Feind ein Berg hinein machet (?)." — Aehnliche Regeln, die aber alle ihren Schwerpunkt in der Art zu richten haben, giebt Dambach für den Depressionsschuß, und er stellt in einem eigenen Capitel die verschiedenen möglichen Fälle der Praxis zusammen, betitelt: „Unterricht vnd Anweisung, wie man zum Ziel oder Scheiben, für oder in Vestungen sich mit dem Schiessen halten soll."

*) Büchsenmeisterey, Seite 32.

Die nähere Erörterung der 16 Punkte würde zu weit führen; bemerkt sei nur noch, daß Dambach den Einfluß des Terrainwinkels wohl zu würdigen weiß, ohne das Mittel zu kennen, ihn beim Richten zu berücksichtigen.

Der spanische Bombardier Gonzalez, den man eigens zur Belagerung von Ofen (1686) kommen ließ, warf seine Bomben in so hohen Bögen, daß ihnen kaum das menschliche Auge folgen konnte, und daß sie ohne Wirkung blieben; sie gingen über die Stadt hinweg.*)

Die erst in der neuesten Zeit entschiedene Streitfrage, ob besser über Bank oder durch Scharten gefeuert werden soll, wird in den damaligen Büchsenmeistereyen lebhaft besprochen.

2. Schußarten für besondere Zwecke.

a. Der direkte Breschschuß.

Eine durch Versuche rationell festgestellte und daher allgemein anerkannte Methode, nach welcher der Breschschuß praktisch angewendet werden sollte, existirte nicht. Die Mehrzahl der Schriftsteller beschäftigt sich mit der Frage: auf welche Entfernung Bresche geschossen werden soll? mit welchem Geschütz? ob geradeaus oder chräg? und wohin man richten soll?

Einig sind die Artilleristen in der Verwendung schwerer Kaliber und eiserner Kugeln (nach Dambach, Schreiber u. A. scheint man früher zu diesem Zwecke Bleigeschosse verwendet zu haben). „Die ganzen Karthaunen sind die rechten Mauerbrecher," sagt Buchner. „Gemeiniglich gebraucht man Stücke, die von 12 bis 50 Pfund Eisen schießen, soviel man ihrer hat und gut anstellen kann, und ladet sie mit ²/₃ oder ³/₄ kugelschwerem Hakenpulver." Nach Buchner sind zum Breschiren 6 ganze, 8 halbe Karthaunen und vier 18pfdge Stücke gebraucht, wovon die ganzen geradezu, die anderen seitenweise gestellt werden, „ingleichen werden mit etlichen Faulconen, welche 2-, 3- bis 4pfdge Kugeln schießen, die Flanken zugleich attaquiret." — Die Breschebatterien werden so nahe als möglich angelegt, damit das Mauerwerk von der Kugel noch in der gewaltsamen Bewegung getroffen werde, und waren gewöhnlich ins Glacis, bezw. den gedeckten Weg, eingeschnitten. Es entstand nun die Frage: welche Kugel mehr Effect hat, die, welche nahe, oder,

*) Theatr. Europ. XII. 1015.

die auf entsprechende Entfernung geschossen wird, und neigte man sich letzterem zu, von der Ansicht ausgehend, daß die vor der Kugel zusammengepreßte Luft eher am Ziele ankommt, wodurch die lebendige Kraft des Geschosses verringert wird. Als wirksamste Entfernung gelten 3—400 Schritt. So wurde vor Namur (1695) auf 400 Schritt Bresche geschossen und dadurch die Möglichkeit des Breschirens auf diese Entfernung dargethan. — Nach Schreiber kann man auch auf 1000 Schritt und noch weiter Bresche schießen (wurde aber praktisch nie versucht), doch erfordert dies Verfahren mehr Zeit und Munition. Schreiber stellt ein Schema auf, woraus Zeit, Material und Unkosten sich berechnen lassen. Der tägliche Bedarf an Munition stellt sich hiernach für 4 ganze, 6 halbe und 4 Viertelkanonen auf 660 Kugeln mit einem Totalgewicht von 163 Ctr. 80 Pfd., wozu 109 Ctr. 30 Pfd. Pulver nothwendig sind.

Was nun die Schußrichtung und den Richtwinkel anbelangt, unter dem breschirt werden soll, so wird im allgemeinen der gerade, direkte oder Kernschuß, als der wirksamere jedoch und bei sehr hoch liegenden Festungsmauern der „erhöhte Schuß empfohlen." Buchner stellt darüber folgende Betrachtung an: „Zu Fällung eines jeden Ortes muß die Stärke des Schusses observiret werden. Solches kann beiläufig geschehen, wann man die Wag- und Kernrechte Schüsse gegen denen erhabenen betrachtet. Denn so aus einem Stücke 2 Schüsse in einerlei Weite, der eine wagerecht, von gleich erhabenem Orte, der andere schräge vom niedrigen Orte zum höheren, betrachtet, so wird man befinden, daß dieser heftiger ist als jener. Dieweil nun auch die Kugel in erhabenem Schusse nach rechtem Triebe weiter als in der wagrechten gehet, auch der erhöhte Schuß im Anfang schneller als der wagrechte, so muß ja folgen, daß der wagrechte Schuß schwächer und kürzer als jener sei. Diesem geometrischen Fundament giebt die Mechanika oder Statica Beifall, denn sie beweiset, daß in solchem wagrechten Stande die Gewicht allzeit am schwersten seien; sollten nun auch nicht die Kugeln im Horizontalschusse wegen ihrer Schwere solchen Triebe verkürtzen, zumal ihm auch etliche Dunst entgehet, hingegen weil in den andern erhabenen Ständen das Gewichte sich weniger widersetzet und die Dunst (welche ohnedieß allzeit die Oberluft suchet) auch desto stärker als im wagrechten Schusse ist, werden die Kugeln weiter fahren."

Je höher man die Breschbatterie anlegen kann, desto

vortheilhafter soll dies sein. So wurden bei der Belagerung von Bonn (1689) durch die Brandenburger dieselben wegen der hohen Wälle eigens erhöht, während Vauban zur selben Zeit seine Batterien versenkte und demungeachtet von Weitem Bresche in die sichtbaren Futtermauern legte. Auch horizontale Batterien werden gebaut, deren Deckung größtentheils aus Schanzkörben bestand, am häufigsten waren die ins Glacis gemachten Geschützeinschnitte.

Schreiber*) macht die Anlage der Breschbatterien vom Material abhängig, aus dem die Festungsmauern erbaut sind. Das gewöhnlichste Verfahren ist, daß man mit einem Theil der Geschütze (24 Pfdr.) das Objekt direkt beschießt, während zwei andere Gruppen dasselbe unter Schräg- und Kreuzfeuer nehmen. Ihr Feuer soll zuerst auf ein und denselben Punkt gerichtet sein, und eine Salve abgegeben werden: „so macht man bald ein groß Loch in die Mauer", hernach aber soll man nicht mehr mit allen Stücken auf einmal schießen, sondern „jeder Büchsenmeister soll sein Stück absonderlich richten, und seinen besonderen Schuß thun, und so oft das Geschütz nach einander losgeschossen ist worden, sollen sich die Büchsenmeister mit einander bereden, wo ein jeder hinschießen soll, auf daß man sehen kann, was ein jeder Schuß thut, da man dann, wann man siehet, wo zuerst mit den schweren Stücken die Mauer geschellt oder ein Loch gemacht ist, zu der gelegensten Seiten die halben und Viertelkarthaunen gebrauchen kann, und dann zwischen die kleinen Stücke mit einem schweren Stücke einen oder mehr Schuß thun kann, welches der Augenschein schon selbsten einem jeden zeigen wird."

Beispiel: Bei der ersten Belagerung von Stettin (1659) schossen den 29. September von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends 3 kaiserliche Batterien mit 16 halben und ganzen Karthaunen auf das passauische Thor; man brannte anfangs 8, dann meistens 6, bisweilen nur 3—4 Stücke zugleich ab, wodurch ein großes Loch, um mit einem Wagen durchfahren zu können, hervorgebracht wurde. Es geschahen hierbei 566 Schüsse. Wenn die weiße Fahne beim heiligen Geist-Thore geschwungen wurde, soll zugleich von allen Batterien Feuer gegeben worden sein.**) (Andere Beispiele siehe unten sub. F. 3.)

*) Neue Büchsenmeisterey, 29. Cap. „Vom Breschschießen."

**) Gesch. der preuß. Artillerie von Malinowsky und Bonin, III. 96 u. 146.

Die Idee, einen Verticalschnitt herzustellen, findet sich angedeutet in einer Bemerkung Schreibers, die lautet: „Bollwerke zu beschießen, muß man nur die Schärfe des Hauptes vorne fassen und mit einem Stücke 3 oder 4 dahin schießen, allezeit einen Schuß oder etliche über oder unter den andern richten, so thut man solchen Gebäuen großen Schaden" u. s. w.

Die Breite der Bresche ist verschieden. Bei der Belagerung von Ofen (1686) z. B. wird die Festungsmauer 60 Schritt breit eingestürzt.*)

Wegen der fehlerhaften Methode, die man damals allgemein beobachtete: die Bresche von oben herabwärts zu legen und nicht zuerst den Grund des Walles oder der Mauer zu beschießen, war man nur selten im Stande, sie gehörig durch das Geschütz allein zu bewirken, und mußte öfters seine Zuflucht zum Mineur nehmen.

Schließlich seien noch einige Vorschriften und Erfahrungsdaten erwähnt, die sich in dem schon öfters citirten französischen Manuskript des Grafen Hatzfeld über den Gebrauch der deutschen Artillerie betreffs der Anwendung der Salve beim Breschschusse finden.**)

„Plusieurs pièces tirées ensemble font plus d'effet qu'autant d'autres pièces de même qualité tirées l'une après l'autre, comme 3000 conps de canon tirés de 4 pièces ensemble font plus d'effet que 3500 conps tirés avec 2 pièces seulement; 8 pièces de canon tirées ensemble feront plus d'effet avec 4000 coups que 4 pièces ne feront avec 4800 conps, voir avec 5000 coups, parce que l'effet se faisant tout d'un temps par plus grande quantité de pièces est beaucoup plus violent.

De tirer coup à coup est une mauvaise méthode et dont on ne se sert pas contre de bonnes murailles ou remparts, mais elle est excellente lors qu'on a peu d'artillerie et que l'on bat quelque méchante place où chaqne conp peut faire brèche; car par ce moyen, vous ôtez aux assiégés le moyen de se retrancher et les surprenez toujonrs, au lien que, qnand vous tirez tout votre canon à la fois, ils ont tout le temps de la recharge libre et penvent cependant travailler sans

*) Gesch. der preuß. Artillerie von Malinowsky u. Bonin, III. 96 u. 146.

**) Etudes sur le passé et l'avenir de l'artillerie von Favé, IV. 11.

danger et se retirer à l'avis des sentinelles qu'ils posent pour les avertir qnand la recharge sera faite; ce qu'on l'expérience nous montre tous le jours.

8 ou 10 demi-canons sont suffisants pour faire brèche en 3 ou 4 jonrs, savoir: avec 4000 ou 5000 coups de canon, on en doit faire une de 8 toises de large et de 2 toises de haut s'entend qnand les pièces sont bien placées et que l'on tire de 300 on 400 pieds on plus loin, qni est la vraie distance pour battre une brèche, et qne ce que l'on bat soit de briques ou de matériaux ordinaires."

Favé bemerkt hierzu: „Es ist unzweifelhaft, daß der Verfasser auf den Schuß anspielt, den wir tir à écrêter (abkämmen, herunterschießen) nennen und der in dieser Epoche oft angewendet worden zu sein scheint, um zu breschiren."

b. Demolitions- und Demontirschuß.

Für diese beiden Schußarten finden die meisten der oben angegebenen Regeln gleichmäßige Anwendung. — Einen runden Thurm beschießt man, indem zwischen die Schußscharten gezielt wird, oder man beginnt die Zerstörung am Schlußstein eines Fensters u. dgl. — Soll ein Thurm und eine Mauer zugleich „gefällt" werden, so muß das Feuer von zwei Seiten gegen den Winkel gerichtet sein, an dem sie zusammenstoßen. Ein viereckiger Thurm wird unter Kreuzfeuer an zwei anstoßenden Ecken genommen.

Gegen Schanzen soll man etwas tief abkommen und starke Ladungen, wie zum Breschiren, anwenden. Bollwerke, die aus Erde und Faschinen gebaut sind, werden am besten mit Granaten beschossen, und gilt als Erfahrungssatz, daß man mit 12000 Schüssen einen 12 Klafter dicken Wall zusammenschießen kann. Will man eine Courtine beschießen, so muß man erst an der Brustwehr anfangen und dann allmälig nach unten gehen. — Bezüglich des Demontirens der feindlichen Geschütze giebt es keine besonderen Vorschriften, aber daß sie das wichtigste Objekt im Belagerungskriege waren, geht aus den zahlreichen kriegsgeschichtlichen Beispielen hervor, die darthun, daß die Ausbildung dieser Schußart schon auf einer ziemlich hohen Stufe angelangt war. Es wurden hierzu fast nur schwere Kaliber in großen Batterien und der Granatschuß mit Vortheil angewendet, und zwar auf ziemlich kurze Entfernungen (bis zu 600 Schritt).

Beispiele: Während der Belagerung von Ostende (1601) werden die Geschütze auf den Angriffsbatterien zu wiederholten Malen demontirt; nach Curth zerstörten die Vertheidiger durch ihr Feuer eine Breschbatterie.

Vor Grave (1674) gelang es dem Angreifer dagegen nicht, das Festungsgeschütz zum Schweigen zu bringen, indeß die Belagerungsbatterien mehrmals demontirt wurden. — In der Belagerung von Wolgast (1675) durch den großen Kurfürsten von Brandenburg wurde aus den gedeckt gebauten und mit Tagesanbruch demaskirten Batterien ein so lebhaftes Feuer eröffnet, daß in 4 Stunden die gegen die Stadt gerichtete doppelte Tenaille, welche dem Hauptwalle zur Enveloppe diente, vernichtet und alles schwedische Geschütz schadhaft geworden war.

Bei der zweiten Beschießung von Stettin (1676 – 78) wurde am 29. August aus 110 Kanonen und 25 Mörsern mit solcher Wirkung gespielt, daß nach 3 Stunden die Wälle der Stadt ganz abgekämmt, die Scharten unbrauchbar und alle schwedischen Geschütze bis auf eins demontirt waren.

c. Der Enfilirschuß.

Sobald die Festung eingeschlossen war, begann man durch Anlage von zwei enfilirenden Batterien den Vertheidiger aus dem gedeckten Wege zu vertreiben. Die Entfernung betrug nicht unter 300 Schritt. Auch der Belagerte suchte die Angriffslinien soviel möglich der Länge nach zu bestreichen; so waren in der Belagerung von Stettin 1677 die Redoutenbatterien der Brandenburger der Enfilade durch die feindlichen Geschütze von zwei Seiten ausgesetzt.

d. Der Bricolschuß.

Diese Schußart, schon nahezu 200 Jahre in Deutschland bekannt, wird von den Franzosen in der Belagerung von Gravelines (1644) neuerdings „erfunden" und erregt unbilliges Aufsehen. Auf der niedern Flanke eines Bastions stand hier eine Kanone, die den Belagerern viel Schaden that, weil sie den Damm über den Hauptgraben bestrich und durch ein Orillon so gut gedeckt war, daß man ihr nirgends beikommen konnte. Man hatte zwei Geschütze gegen sie gerichtet und mehr als 100 Schüsse auf das Orillon gethan, ohne die Flanke nur einmal treffen zu können; da gerieth man auf den Einfall, ob man hier nicht, wie auf dem Billard, „bricoliren" könne?

Der Versuch wurde gemacht, das Geschütz schräge gegen die Bekleidungsmauer des Walles gerichtet, damit die Kugeln schräge abprellten und in die Flanke schlügen, und er gelang.*)

Dem Wesen nach verwandt damit ist der

e. Gell- und Ricochetschuß.

Ersteren lehrt schon Dambach (1609): „Merck auchs, wie Du sollst Gellschuß thun in ein Läger, richt alles vornen her, vor der Schantz, da aber Schantze und Vestung fast eben stehen, so richtu gerad zu. Willtu aber ein Gellschuß thun ins freye Feld auff einen Häuffen Volks, so richt weit davon nieder, als ein Mann lang ist."

Die Anwendung des Gellschusses war ziemlich allgemein und wirksam.

Der Ricochetschuß, dessen Erfindung irrthümlicher Weise Vauban zugeschrieben wird, von diesem jedoch nur seine hohe praktische Ausbildung und Einführung in die Mittel des artilleristischen Angriffs der Festungen erfuhr, verdankte sein Renommee dem Umstande, daß man mit den ersten Bombardements- und Demontirbatterien, um ein wirksames Feuer zu haben, ziemlich nahe an die Festung herangehen mußte, was mit den größten Schwierigkeiten verbunden war. Durch den Ricochet- oder Schleuderschuß wurde schon auf größere Entfernung (160 Klafter) der Vertheidiger sowohl vom gedeckten Wege als von den Außenwerken vertrieben und die darauf stehenden Geschütze größtentheils schon unbrauchbar gemacht, ehe es noch zum eigentlichen Demontiren gekommen war. Nach Meyer**) ist der italienische Ingenieur Thomas Morelli (1672) der Erfinder des Ricochetschusses, während Vauban denselben 1697 vor Ath zum ersten Male anwendete; letzterer hatte diese Schußart auf nicht traversirte Linien berechnet und daher starke Ladungen vorgeschrieben. — Die deutsche Artillerie kannte den Schleuderschuß im 17. Jahrhundert noch nicht; an dessen Stelle bediente man sich bei uns der im Bogen geworfenen Granate aus Haubitzen; diese werden auf den Grad erhöht, der erforderlich ist, die Granate (als Vollgeschoß) ans Ziel zu bringen.

Hierzu verwendete man bloß Richtkeile, bei größeren Elevationen wird der Laffetenschwanz eingegraben und, um den Rücklauf

*) Hoyer, Gesch. der Kriegskunst, I. § 399.

**) Gesch. der Feuerwaffentechnik.

zu ermöglichen, ein Brett schief unter denselben gelegt. Doch suchte man zu große Erhöhungswinkel zu vermeiden, damit die Granate nicht zu tief ins Erdreich eindringe.

Diese Art zu schießen charakterisirt sich als indirektes Feuer, und wenn man im Abprallen der Kugel das entscheidende Kriterium für den Ricochetschuß sieht, so war in unserem Gellschuß die Sache schon längst praktisch ausgeführt, ehe die Franzosen dahin kamen, sie zu einer neuen Erfindung aufzubauschen.

3. Schießen mit besonderen Geschoßarten.

a. Der Granatschuß.

Das Granatschießen geschieht wie das Bombenwerfen mit einem und zwei Feuern oder aus „Dunst" und wird analog im ersteren Falle die Granate mit dem Zünder auf die Ladung gesetzt, oder aber man befestigte dieselbe auf einem hölzernen Spiegel, lud sie mit diesem auf den ersten Vorschlag, das mit Anfeuerung versehene Brandrohr nach vorne gerichtet, und zündete zuerst dieses, dann die Geschützladung. Hierbei ist es üblich, in den Spiegel mit glühenden Eisen am Rande einige Kanäle zu brennen, um eine sichere Entzündung zu haben. Um das Granatschießen zu verbessern, hatte der berühmte Artillerie-Oberst Getkant ein eigenes Geschütz konstruirt mit einem sich in zwei Aeste theilenden Zündloch, das dem Zünder und der Ladung zugleich Feuer giebt. Gleichzeitig kam das Schießen „aus Dunst" auf, d. h. mit nach vorne gerichtetem Zünder, der sein Feuer von den durch den Spielraum nach vorne schlagenden Pulverflammen erhielt. Buchner lehrt das Granatschießen aus Dunst folgendermaßen:*) „Wenn nun solche soll geschossen werden, als dann wird, oder stracks nach dem Einkütten des Brandes, durch das Füll-Löchlein in die Granaten gut Pirschpulver eingeröhret, und so sie voll ist, selbiges mit einem von hartem Holz in Kütte gedunket, und mit Flachs oder Hanf bewundenen Pflöcklein zugeschlagen und Kütte oben darauf gestrichen, so ist solche bis zum Einladen ganz fertig. — Ferner, so das Stück mit dem Pulver gehöriger Maßen nach geladen, alsdann wird straks der Granate (jedoch den Brand vorhero eröffnet), mit dem Spiegel, daß der Brand vorwärts zu stehen komme, hininter auf das Pulver geschoben, nach diesem das Stück am begehrten

*) Theoria etc., I. 68.

Ort gerichtet, wohl eingeräumt und Feuer gegeben, man darf sich keines Blindschießens befürchten, auch wer es thun will, kann um mehrer Sicherheit willen etwas Anfeuerzeug in das Rohr schütten. Nota: Wenn an den hölzernen Spiegel eine papierne Patrone, worinen die gehörige Ladung enthalten, gemacht wird, gehet es desto geschwinder von statten, bleibet auch das Pulver beisammen und erfolgen gewisse Schüsse." — Buchner zeigt noch eine andere Manier, Granaten ohne Spiegel, wie gewöhnliche Kugeln zu schießen; die Granate muß hierbei oben im Brandloch ein Schraubengewinde haben, worin ein eiserner Brand fest eingeschraubt wird. Die Brandröhre wird von starkem Eisen gemacht, muß oben, wenn eingeschraubt, mit der Granate abschneiden, und mit Kütte überstrichen werden. „Wenn nun der Brand eingeschraubet ist, wird solcher in dem Granaten mit einer guten, raschen und auf ein tempo gerichteten Composition (nicht aber mit einem papiernen Brande gefüllt, oben mit guten raschen Stoppinen wohl versehen, und eingeräumt, hernach die Anfeuerung mit einer leimbt- oder papiernen Kappe überleimt."

„Dergleichen Granaten nun zu schießen, kann man solche erstlich durch das gar kleine und enge Füllöchl mit gutem Pirschpulver vollfüllen, ein in Kütte gedunktes und mit Flachs bewundenes eichenes Pflöcklein darain geschlagen, und oben darauf etliche Fasen Hirsch- oder Pferd-Adern, mit Kütte bestrichen, legen, so ist der Granat ganz fertig. So nun das Stücke mit Pulver gehörig geladen ist, kann ein in der Dicke 2 oder 3 Zoll von Filzscheiben gemachter Vorschlag darauf gesetzt, dann der Granat wie eine gemeine Kugel hinein gerollet, oder, welches besser ist, mit einem dazu gemachten Granatansetzer hineingeführet werden. Dabei ist aber zu merken, daß das Stück 1 oder 2 Grad eleviret sein muß." — Wo keine Filzspiegel vorhanden, kann man auch einen Vorschlag von Heu oder Stroh oder Werg auf das Pulver aufsetzen oder etwas Anfeuerung in das Rohr streuen. Im Nothfalle werden Granaten auch mit einer hölzernen Brandröhre auf ein Tempo eingerichtet, mit Kütte und Stoppinen versehen; hierbei ist aber Bedingung, daß der Brander vornehin zu stehen kommt und das Geschoß auf dem Vorschlage gut ansteht.

Um Granaten aus Steinstücken zu werfen, werden sie auf hölzerne Spiegel gekittet und mit Filz, wollenen Decken &c. gefüttert; sie bedürfen keiner weiteren Verdämmung, da sie durch ihr Gewicht

schon fest genug aufsitzen. Sie werden auf diese Weise 2—3000 Schritt weit geschossen, und ist dazu hinten ein Aufsatz von 18 bis 20 Zoll erforderlich.

Die Schwierigkeit beim Granatschießen bestand nur darin, den Zünder so einzurichten, daß er am Ziele richtig funktionirte. Buchner unterläßt es, diesen Kunstgriff der Feuerwerker zu beschreiben, „damit es nicht zu gemein werde."

Bezüglich der Flugbahn der Granaten glaubt Mieth, daß im „heftigen Gang" (anfangs) der Zünder vorne gehe, im „gemischten" und „natürlichen" aber nach hinten stehe; deshalb sollen Granaten, wenn sie auf kurze Entfernungen in Erde geschossen werden, ersticken.

Buchner giebt auch ein Rezept an, zwei Granaten hintereinander ins Rohr zu laden, und zugleich hinauszuschießen; sie hatten dann verschiedene Zünder, von denen sich der eine von vorne, der andere von hinten entzündete. „Wann solche nun zugerichtet in die Spiegel eingeküttet und soweit fertig seynd, wird noch ein Spiegel mit einem Loch über dem Granaten, so die eingeschraubte Brandröhre hat (d. i. die hintere), auf den andern Spiegel geschlossen."

„Solche nun in das Stück zu laden, wird das Pulver in eine papierene Patrone gethan, an einem Ende etzliche kleine Löcher mit einem Pfriemen darein gestochen, mit Branntweinteich bestrichen, die Patrone oben was gelüftet, und in das Stücke geführet, hernach die beiden Granaten mit dem Setzer anhinter geschoben und in das Rohr etwas an Feuerzeug gestreut, nochmals mit der Raumnadel durch das Zündloch auf die Ladung ins Pulver eingeräumet und Feuer gegeben." — Zur größeren Sicherheit der Zündung der vorderen Granate kann man längs des Spiegels einige Hohlkehlen anbringen und diese mit Branntwein oder Laufpulver ausfüllen.

b. Schießen von Granathagel (Shrapnels).

Diese Schußart bedingt große Caliber, zum mindesten halbe Karthaunen. Die Versetzgranaten (3pfdge) werden, wie schon oben sub B. II. 2. h. angegeben, auf zweifache Art geladen, mit und ohne Brandrohr; im ersteren Falle werden die Granaten, nachdem ein Vorschlag auf die Ladung gesetzt, wie Traubenhagel oder Kartätschen geschossen und ist auch ihre Wirkung dann eine ähnliche; andernfalls lud und schoß man sie wie gewöhnliche Gra-

naten; nachdem die Brandröhre durchgebrannt ist, zerspringt das ganze Geschoß, wovon die eingesetzten Granaten Feuer empfangen. — Sollte es über Verhoffen geschehen, daß der Granathagel zerspringe, bevor das Brandrohr durchgebrannt ist, so würden die kleinen Granaten doch brennend hinausfliegen und unterwegs zerspringen.

Das Schießen mit diesem Geschoß scheint zu einem solchen Grad der Vollkommenheit gebracht worden zu sein, daß es sogar im Gefechte mit seinen rasch wechselnden Momenten gebraucht wurde.

Dasselbe gilt von der Hagelkugel, die sich auf gegebene Distanz vor dem Feinde aufthut und die sich vom Granathagel nur durch die Art der Füllung (Bleikugeln statt Handgranaten) unterscheidet.

In Zimmermanns Büchsenmeister-Dialog fragt der Feuerwerker:*) „Muß nicht eine Art Hagel bestanden haben, welcher ganz (d. i. ungetheilt, ungeöffnet) aus dem Geschütz flog, und sich nur einige Hundert Schritt davon, näher oder weiter, als man es wünschte, aufschloß und zerstreute?" Büchsenmeister: „Das will sagen, er (der Hagel) konnte nur mit großen Schwierigkeiten und mit vieler Mühe zum Wirken gebracht werden, dennoch war es möglich, aber nicht ein jeder, ohne Kenntniß und ohne einige Erfahrung, habe davon gesprochen oder geschrieben." (Folgt die Anfertigung des Geschosses.) — „Mit diesem Brandrohr wird der Schuß in das Rohr eingeführt und auf das Pulver (Ladung) aufgesetzt. Hiernach wird also der Satz in der Röhre von der Flamme der Geschützladung entzündet, folglich verläßt der Hagel ungetheilt das Geschütz und verbleibt so, bis der Satz der Röhre bis zur Sprengladung ausgebrannt ist. Erst dann wird der Hagel durch das hinter ihm liegende Pulver gesprengt und zerstreuet sich. — Viele haben so speculirt, aber weit und stark in ihren Einrichtungen gefehlt. Beispiele dieser Art sah ich kürzlich selbst: der Hagelschuß fing Feuer im Geschütz, zersprang dicht vor demselben, ging in den Boden, und das Unglück wollte es so haben, der Teufel spielte einen Streich, und erschlug den Meister des Werkes in den Kauf. Sucht man aber nach dem Grunde, warum

*) Originaltext, sehr schwer verständlich, siehe in Bormann, das „Shrapnelgeschoß", Anhang III. 97.

ein solcher Hagelschuß selten gut ausfiel, im Gegentheil gewöhnlich sich entzündete und im Geschützrohr zersprang, so kann man nur diesen finden: die Hülle ist, wie man sich denken kann, durch die Geschützladung stark erhitzt, eine solche Hitze entzündet das Pulver in derselben und der Schuß zerspringt früher, als er gehörig aus dem Geschütz gekommen ist. Es mag auch wohl zweitens der Satz in der Röhre durch die große heftige Explosion des hinter ihn eingeladenen Pulvers sich erhitzen, so daß er zugleich mit dem ihn in der Hülle umgebenden Pulver (also mit der Sprengladung) sich entzündet und infolge dieses Fehlers häufig springt, bevor er das Geschütz verlassen hat. Ein Beispiel ihrer Anwendung führt Toll*) bei der Belagerung von Gennep (1641) an.

c. Schießen mit glühenden Kugeln.

Während in Deutschland die Kunst, mit glühenden Kugeln zu schießen, schon seit den ältesten Zeiten bekannt und gebräuchlich war (sie reicht bis ins Jahr 1453 zurück), sehen wir diese Schußart in Frankreich 1688 zum erstenmal angewendet. Es ist daher ein Irrthum, wenn Feuquier behauptet, der Gebrauch der glühenden Kugeln sei von dem brandenburgischen Obersten Weiler erfunden worden und habe vor Stralsund (1678) zuerst stattgefunden. — Schreiber**) gibt folgende Anweisung: „Was nun anlanget, aus Stücken mit glühenden Kugeln zu schießen, so erfordert solch schießen eine gute Vorsichtigkeit, es muß alles zuvor in eine gute Vorbereitschaft gebracht werden, als zuerst muß er schon einen Schuß an den Ort, da er die glühende Kugel hinschießen will, gethan haben, sie werden auch nur so in gemein geschossen, aber es ist gewisser, wenn der Vorschuß angetroffen an den Ort, wo man eine solche glühende Kugel hinschießen soll, und die Richtung ins Wachs gestochen ist, so kanns nicht leichte fehlen. Mann ladet das Stücke, wie man sonst pfleget, aber nur ohne Kugel, setzt vor das eingeladene Pulver einen hölzernen Vorschlag; will man nicht einen hölzernen Vorschlag gebrauchen, so setze zuvor einen strohenen Vorschlag aufs Pulver, dann einen frischen Wasen darauf, kehre das verzettelte Pulver im Rohre mit dem Wischer fein reine aus; wann das geschehen, so richtet man das Stücke an seinem rechten Ort nach dem zuvor in Wachs gestochenen

*) Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere, 24. Bd. S. 185.
**) Neue Büchsenmeisterey. 32. Cap.

Punkt, bestellt 2 Büchsenmeister zur Hand, den einen mit einem Kupfer beschlagenen Setzkolben, der die Kugel bald anhinter stößt, wann sie mit der Zangen ins Mundloch gebracht wird; wann der den Setzer aus dem Rohre wieder hervorhat, so gibt der ander bald Feuer, so gehet es geschwinde zu. Wann man aber zuvor die Kugel glühen will, so läßt man die Feldschmiede hart neben das Stücke führen, daraus man schießen will, glüht die Kugel wohl fast bis aufs schmelzen, wann sie nun recht geglühet ist, so nimmt man die dazu gehörige Zange, hebet die Kugel mit aus dem Feuer ins Stückes Mundloch und der Constabel, wie vor gemelt, stößt sie anhinter. Etliche stecken zuvor eine blecherne Mesten vorn ins Mundloch, darain stoßen sie die glühende Kugel und so anhinter, so ist man wegen des verstreuten Pulvers gar sicher vorm Stücke im Laden, wanns nur mit guter Vorsichtigkeit fort gestellt wird, so kann man solch Schießen ohne alle Gefahr verrichten." — Buchner will einen Vorschlag von Thon oder Lehm, nochmal so groß, als die Kugel ist, der in feuchte Lumpen gewickelt werden soll.

d. Schießen von Brandgeschossen.

Um Brandkugeln rc. in Kanonen zu laden, wird ein Korkspiegel oder ein Vorschlag von Filz auf das Pulver gesetzt und darauf ohne weiteres das Geschoß. Von jener Art Brandgeschossen, deren Kern eine 6—8pfdge eiserne Kugel bildet, sagt Buchner: „Sie breiten sich von einander, und sind gut in Chandeliers, Blendungen, Holz, Heu, Stroh oder Schiffzeug zu schießen." Brandkugeln werden aus den ganzen und halben Karthaunen, schweren Steinstücken und aus Mörsern verfeuert.

e. Schießen von Kettenkugeln.

Dieselben wurden gegen Truppen angewendet, und so in das Rohr geladen, daß die Kette hinter den Kugeln liegt; oder letztere werden in hölzerne Patronen gesetzt. „Von dergleichen Kugeln", sagt Buchner, „kommen ungewisse Schüsse, derowegen sie auch unter viele, und wann gestürmet wird, nach den Sturmleitern geschossen werden." Stangen- und dergleichen Kugeln mußten vor dem Einführen mit Stroh, Lappen rc. umwickelt werden, damit sie die Seele nicht beschädigten.

(Fortsetzung folgt.)

XXVI.

Die Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes,

berechnet und verwerthet für das Vordertheil und Hintertheil von Schiffen

von
Gustav Freiherrn von Lamezan,
k. bayer. Artillerieoberst z. D.

Vorwort.

Die Erzeugende für Flächen kleinsten Widerstandes wurde zuerst von Newton und nach ihm in völlig übereinstimmender Weise auch von Anderen berechnet, wogegen nach der Erzeugenden für Flächen größten Antriebes hier zum ersten Male gefragt und gezeigt wird, daß es ein und dieselbe Curve ist, welche beide Eigenschaften in sich vereinigt, wenn auch zur Erzeugung von Flächen des Antriebes dieselbe in anderer Weise wie zur Erzeugung von Flächen des Widerstandes benutzt werden muß.

Die eigenthümliche, nichts weniger wie einfache Gestalt der betreffenden Curve ließ bisher sie als für praktische Zwecke unbrauchbar erscheinen, welch auffallendes Ergebniß durch Unvollständigkeit des der Rechnung zu Grunde gelegten Gesetzes vom Widerstande zu erklären versucht worden ist. Bei der geringen Aussicht, genanntes Gesetz vervollständigen zu können und dadurch zu einer brauchbar besseren Curve zu gelangen, wurde die rechnerisch wissenschaftliche Lösung dieses höchst wichtigen Problems, die wir andurch wieder aufnehmen, seitdem nicht weiter verfolgt und nach wie vor mit dessen empirischer Lösung sich begnügt.

Sollten die Annahmen der Rechnung mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen, so kann die Verschiedenheit nur darin ihren Grund haben, daß die in Componenten zerlegt werdenden Resultanten des wirkenden Mediums für sämmtliche Elemente der Erzeugenden von gleicher Größe und von gleicher Richtung angenommen wurden, während thatsächlich beide vielleicht mehr oder minder veränderlich

sind. Ist jene zu einfache Annahme wirklich vermögend, auf Gestalt und Gebrauch der gesucht besten Curve Einfluß zu üben, so kann infolge dessen ihre Genauigkeit nur in geringem Maße beeinträchtigt und daher ihre Anwendbarkeit noch nicht aufgehoben sein. Der wahre Grund für die angebliche, im Grunde nur scheinbare Unbrauchbarkeit der Newtonschen Curve kann deshalb unmöglich in den Annahmen der Rechnung, sondern muß anderwärts gesucht werden. Wir finden ihn in fehlerhafter, ihre Leistungen weit überschätzender Auffassung der Variationsrechnung und werden dies nachzuweisen bestrebt sein.

Da bei den meisten Problemen der Variationsrechnung der richtige Gebrauch der betreffenden Curve ein sehr naheliegender ist, dessen Feststellung einer nachträglich besonderen Untersuchung nicht bedarf, so nahm man das Gleiche auch für das Newtonsche Problem an, vindicirte überhaupt der Variationsrechnung das alleinige Recht zur ganzen und vollen Lösung aller ihrer Probleme. Wie unrichtig diese Auffassung ist, wird in unzweideutigster Weise zunächst schon aus dem ersten Abschnitte dieser Abhandlung hervorgehen, welcher alle zur Lösung des Newtonschen Problems erforderlichen, von der Variationsrechnung unabhängigen Untersuchungen enthält, die dann ihrerseits als von ungleich größerer Wichtigkeit zur vollen Lösung des Problems sich ausweisen, als der Antheil, welchen die Variationsrechnung an dieser Lösung zu nehmen vermag. Die auf Grund dessen wesentlich zu beschränkende Leistungsfähigkeit der Variationsrechnung macht es zur Nothwendigkeit, ehe im dritten und vierten Abschnitte zur Berechnung der Curve kleinsten Widerstandes und größten Antriebes, sowie zur praktischen Verwerthung derselben übergegangen werden kann, im zweiten Abschnitte die Variationsrechnung neu zu begründen und in zum Theil anderer Auffassung wie bisher darzulegen. Während die genannten vier Abschnitte alle sich möglichst in den Grenzen des Newtonschen Problems halten, ist es dem Nachtrage vorbehalten, diese Grenzen in theoretischer und praktischer Hinsicht in etwas zu überschreiten, um dadurch bestimmte Andeutungen über die weittragende Bedeutung der aufgestellten neuen Theorien geben zu können.

München, im Herbste 1880.

Der Verfasser.

Erster Abschnitt.

Ueber den besten und schlechtesten Gebrauch der erzeugenden Curven für alle Flächen des Widerstandes und Antriebes.

§ 1.

Die Lage der Grenzpunkte aller concurrenzfähigen Curventheile für sämmtliche Probleme der Variationsrechnung.

Veränderliche Theile einer Curve können nur dann auf eine mit ihnen zugleich ihre Werthe ändernde größte oder kleinste Eigenschaft Anspruch machen, wenn jedem einzelnen ihrer Punkte ein Element der kleinsten oder größten Eigenschaft des ganzen Curventheiles zukommt, d. h. wenn jedes einzelne Curvenelement nicht nur mit jedem anderen, sondern auch mit dem aus allen Elementen zusammengesetzten Curventheile die qualitativ gleiche Eigenschaft eines veränderlich Größten oder Kleinsten besitzt. Die Eigenschaft eines constant Größten oder constant Kleinsten gewöhnlicher Art besitzen nur in Mitte liegend einzelne unter zusammenhängenden Punkten und sind dadurch möglichst von dem entfernt, was sie zu Elementen eines veränderlich Größten oder Kleinsten machen könnte. Weil nun von den verschiedenen Eigenschaften und Attributen ein und desselben Curvenpunktes jede und jedes als eine andere Funktion derselben Veränderlichen darzustellen ist, so stehen sie alle unter sich in gewisser Beziehung und Abhängigkeit, die dahin sich äußern wird und muß, daß, sobald eine derselben ein constant Größtes oder Kleinstes gewöhnlicher Art ist und dadurch in möglichstem Gegensatze zu dem steht, was sie befähigen könnte, Element eines veränderlich Größten oder Kleinsten zu sein, alle übrigen Eigenschaften desselben Curvenpunktes hierdurch derart in Mitleidenschaft gezogen werden, daß, obgleich sie nicht ebenfalls zu constant Größten oder Kleinsten werden, sie doch die Fähigkeit verlieren, Elemente eines veränderlich Größten oder veränderlich Kleinsten sein zu können.

Wir folgern aus Obigem, daß von allen Curventheilen, welche die Eigenschaft eines veränderlich Größten oder veränderlich Kleinsten besitzen, keiner in seiner Mitte einen Punkt enthalten dürfe, dem

in irgend welcher Beziehung die Eigenschaft eines constant Größten oder constant Kleinsten gewöhnlicher Art eigen ist, und daß, weil jeder Curvenpunkt, in so lange nur als er mittlerer Punkt eines Curventheiles ist, die Eigenschaft eines constant Größten oder constant Kleinsten besitzen kann, er diese seine Eigenschaft verlieren wird, sobald er zum Grenz- oder Theilungspunkte zweier hier zusammenstoßenden Curventheile gemacht wird. Weil ferner die Veränderlichkeit eines jeden derselben nicht über diese seine Grenzpunkte hinauszugehen hat, so muß auch jeder selbstständig und unabhängig vom anderen behandelt werden. Grenzpunkte resp. Theilungspunkte sind alle zu größten oder kleinsten Winkeln gehörigen Wendungspunkte, alle zu größten oder kleinsten Krümmungshalbmessern gehörigen Scheitel und Spitzen, sowie alle Curvenpunkte, für welche eine der beiden Coordinaten oder auch irgend eine ihrer Eigenschaften ein Maximum oder Minimum gewöhnlicher Art ist.

Der in genannten Punkten stattzugebenden Trennung der Curventheile wird rechnerischer Ausdruck dadurch gegeben, daß von allen je zwei nebeneinander liegenden Curventheilen einem jeden ein mit dem anderen derart verschiedenes Coordinatensystem gegeben wird, daß alles in dem einen Curventheile Veränderliche entgegengesetzte Aenderungsrichtung mit dem gleichnamig Veränderlichen des anderen Curventheiles erhält, dagegen darf Umkehr der Aenderungsrichtung bloß einzelner, nicht aller veränderlichen Eigenschaften je eines einzelnen Curvenpunktes nirgends vorkommen. Wo immer sie vorkommen sollte, da giebt sie Zeugniß von einem constanten Maximum oder Minimum, was dann Veranlassung wird, den betreffenden Punkt zum Grenzpunkt zu machen, woselbst er diese Eigenschaft verliert. —

Die hier angegebene Art der Begrenzung betrifft nur den Gebrauch der Curven, nicht ihre Gleichung. An dem, was bezüglich des Gebrauches der Curven die Variationsrechnung bis jetzt geleistet oder vielmehr nicht geleistet hat, kann die hier ausgesprochene Art der Begrenzung, selbst wenn sie unrichtig wäre, nichts verderben, da sie jedoch, wie die Folge zeigen wird, sehr wesentlich dazu beiträgt für die bisher ungenützt gebliebene Newtonsche Curve hervorragend praktische Verwerthungen zu finden, so dürfte, wenn überhaupt noch Bestätigung erforderlich ist, dieselbe hierin gefunden werden.

§ 2.

Was wir unter Widerstand und Antrieb verstehen.

Werden Curven- oder Flächenelemente gegen ein ihnen anliegendes Medium bewegt, so setzt ihnen letzteres einen ihre Vorwärtsbewegung verzögernden Widerstand entgegen. Wir zerlegen die hierbei vom Medium auf ein Curven- oder Flächenelement geübte Vollwirkung in eine tangentiale und eine dazu normale Componente, wovon die erstere sich auf den sogenannten „Reibungswiderstand" bezieht, von welchem hier zunächst noch abgesehen wird, um in § 23 auf ihn zurückzukommen. Die normale Componente zerlegen wir in zwei Untercomponenten, deren eine parallel und andere senkrecht zur Bewegungsrichtung angenommen wird. Verzögernd als Widerstand wirkt dann nur die erste dieser Untercomponenten und giebt dasjenige an, was im Gegensatze zum Reibungswiderstand in der Folge „Druckwiderstand" oder auch kurzweg nur „Widerstand" genannt werden soll. Die andere zur Bewegungsrichtung senkrechte Untercomponente, als nur Seitendruck übend, ist auf die Schnelligkeit der Bewegung ohne Einfluß und findet hier fernere Beachtung nicht.

Wird eine Curve resp. Fläche von anliegend flüssigem Medium abgerückt, so strömt das hierdurch haltlos gewordene Medium in einer zur abrückenden Bewegung senkrecht anzunehmenden Richtung von allen Seiten in den leer werdenden Raum ein und übt unter der Voraussetzung, daß sämmtliche Elemente der Curve oder Fläche nach rückwärts geneigt sind, auf die nachrückenden Elemente eine die Vorwärtsbewegung mehr oder minder beschleunigende Wirkung. Die hier in senkrechter Richtung zur Bewegung der Curve und Fläche geübte Vollwirkung des Mediums zerlegen wir ähnlich wie es für Widerstand geschehen ist, in eine zur Curve und Fläche tangentiale und eine zu ihr senkrechte Componente und hierauf letztere wie vorher in eine zur Bewegungsrichtung parallele und eine zu ihr senkrechte Untercomponente. Sämmtliche Curven- und Flächenelemente entziehen sich infolge ihrer Vorwärtsbewegung der tangentialen Wirkungscomponente vollständig, so daß hier so wenig von durch Reibung bewirkter Beschleunigung, als von Verzögerung der Vorwärtsbewegung die Rede sein kann. Von den Untercomponenten der normalen Componente wirkt die in die Be-

wegungsrichtung fallende beschleunigend und soll „Antrieb“ genannt werden, wogegen die andere, weil nur Seitendruck übend, so wenig wie die tangentiale Componente ferner in Betracht gezogen werden soll.

Damit die sämmtlichen Elemente einer Curve oder Fläche vom Widerstande gemeinsam ergriffen werden können, müssen sie nach vorwärts geneigt sein, und zwar derart, daß der von den Flächen eingeschlossene und dem Medium abgewendete Raum nach rückwärts in zur Bewegung der Fläche senkrechter Ausdehnung stetig breiter wird. Damit hingegen die sämmtlichen Elemente einer Curve oder Fläche Antrieb erleiden können, müssen sie nicht bloß, wie bereits erwähnt, nach rückwärts geneigt sein, sondern es hat auch der von den Flächen eingeschlossene, dem Medium abgewendete Raum in zur Bewegung senkrechter Ausdehnung nach rückwärts stetig schmäler zu werden. Für alle Flächen des Widerstandes und Antriebes, von welchen in der Folge die Rede sein wird, werden die eben genannten Eigenschaften vorausgesetzt.

§ 3.

Zwei Arten der Flächenerzeugung.

Den von je einem einzelnen Punkte der Erzeugenden zurückgelegten Weg nennen wir Flächenelement und ziehen in der Folge andere als solche Flächen, deren Elemente entweder gerade oder kreisrund sind, nicht in Betracht, unterscheiden jedoch in beiden Fällen Flächen, die constante, und Flächen, die mit ihren Achsenabständen proportionale Elemente besitzen. Rotationsflächen haben kreisrunde, und unter ihnen die cylinderförmigen constante Flächenelemente, alle anderen den Achsenabständen proportionale Elemente. Flächen mit geradlinigen Elementen nennen wir „Projektionsflächen“. Dieselben müssen, damit sie constante Elemente erhalten, zwischen Parallelebenen liegen und besitzen in diesem Falle weder Flächenachse noch Achsenabstände. Dagegen müssen sie von sich schneidenden zwei Ebenen, deren Durchschnittslinie dann Flächenachse genannt wird, begrenzt sein, um mit den Achsenabständen proportionale Elemente zu erhalten. Der einen ihrer beiden Begrenzungsebenen, mögen diese unter sich parallel sein oder nicht, geben wir immre senkrechte Lage zu den Flächenelementen und verstehen sowohl unter Rotations- wie unter Projektionsflächen in der

Regel, d. h. wenn die Ausnahme nicht besonders betont wird, solche, deren Flächenelemente ihren Achsenabständen proportional sind.

Je nachdem die Flächenelemente constant oder den Achsenabständen proportional sind, sollen es deren Widerstände und Antriebe gleichfalls sein. Bei geradlinigen Flächenelementen ist dies immer der Fall, welches auch die Bewegungsrichtung der Fläche sei, wogegen bei kreisrunden Flächenelementen nur dann, wenn die Bewegungsrichtung zur Flächen- resp. Rotationsachse parallel ist. Es folgt, daß, wo immer Flächen in anderer als in ihrer Achsenrichtung bewegt werden sollen, dieselben durch Projektion und nicht durch Rotation zu erzeugen sind. Andere als zur Flächenachse parallele und zur Flächenachse senkrechte Bewegungsrichtungen kommen künftighin nicht in Betracht, und während erstere ebensowohl auf Rotations- wie auf Projektionsflächen beziehbar sind, haben letztere allein nur für Projektionsflächen Anwendung zu finden.

In der Bewegungsrichtung gelegene Flächenachsen, mögen sie zu Rotations- oder zu Projektionsflächen gehören, nennen wir „natürliche Flächenachsen", hingegen zur Bewegungsrichtung senkrechte, die nur auf Projektions-, nicht auf Rotationsflächen sich beziehen können, „künstliche Flächenachsen". Die künstliche Flächenachse darf dort nur zur Anwendung kommen, wo wegen auf ungünstiger Curvenseite gelegenen Mediums die natürliche nicht statthaft ist.

§ 4.

Annahmen und Bezeichnungen.

Die Annäherungsrichtung des Mediums an die erzeugende Curve und an die erzeugte Fläche ist beim Widerstande zur Bewegungsrichtung parallel, beim Antriebe zu ihr senkrecht. Die zur Annäherungsrichtung senkrechte Componente jedes Curven- oder Flächenelementes, welche beim Widerstande senkrecht, beim Antriebe parallel zur Bewegungsrichtung ist, soll „Querdimension" genannt werden. Dieselbe ist der Menge der dem Curven- oder Flächenelemente sich annähernden und auf dasselbe wirkenden Mediumelemente proportional und aus diesem Grunde Faktor des jedem Curven- oder Flächenelemente zukommenden Widerstandes und Antriebes. Unter Mediumelement verstehen wir die Menge des der Querdimension gegenüberliegenden und auf sie wirkenden

Mediums. Die noch nicht in Componenten und Untercomponenten zerlegte Vollwirkung je eines Mediumelementes ist diejenige Einheit, mit welcher die Widerstände und Antriebe gemessen werden sollen.

Mit Rücksicht darauf, daß nach § 1 Wendungspunkte innerhalb der je einzeln zu betrachtenden Curventheile ausgeschlossen sind, bezeichnen wir dann nur die Abscissen mit x und die Ordinaten mit y, wenn beide auf concaver Curvenseite liegen, hingegen die Abscissen mit y und die Ordinaten mit x, wenn beide auf convexer Curvenseite sich befinden. Die x, mögen sie Abscissen oder Ordinaten bezeichnen, legen wir ein- für allemal in die Richtung derjenigen dem rechtwinkligen Coordinatensysteme entsprechenden Componente sämmtlicher Curvenelemente, welche die größere von beiden ist, so daß immer $dx > dy$. Folge dieser Annahme ist, daß wo $dx = dy$, d. h. wo das Curvenelement mit beiden Coordinaten einen Winkel von 45° bildet, die Coordinaten nicht bloß im rechten Winkel sich drehen, sondern auch die Curvenseite wechseln. Wir nehmen ferner an, daß x im genannten zu $dx = dy$ gehörigen Drehpunkte der Coordinaten, mag es Abscisse oder Ordinate sein, und demnach auf concaver oder auf convexer Seite des betreffenden Curventheiles liegen, immer den Werth Null habe, und daß y für $x = o$ seinen kleinsten Werth erhalte, von dem wir jedoch zur Zeit noch unentschieden lassen, ob er ebenfalls Null sei oder nicht. Die Gründe und die Berechtigung zum genannten von den üblichen wesentlich abweichenden Annahmen werden in Bälde sich ergeben und lassen theilweise schon jetzt durch die Ausführungen des § 1 sich rechtfertigen.

Die von den veränderlichen Curvenelementen mit ihren kleineren Componenten dy gebildeten Winkel, die alle größer wie 45° sind, bezeichnen wir mit φ, ihre Tangenten, die größer wie 1 sind, mit $\frac{dx}{dy} = P$, dagegen die Tangenten der mit den größeren Componenten dx gebildet kleineren Winkel wie 45° mit $\frac{dy}{dx} = \frac{1}{P} = p$. Von diesen Tangenten besitzen alle P mit x und y gleiche, alle p mit x und y entgegengesetzte Aenderungsrichtung. Die für die Tangenten und Winkel maßgebende Richtung ist immer die der im Nenner befindlichen und in der Ordinatenrichtung liegenden Componente, so daß

sich nur dann der Tangenten $\frac{dx}{dy} = P$ bedient werden wird, wenn die Coordinaten auf concaver, dagegen der Tangenten $\frac{dy}{dx} = p$, wenn die Coordinaten auf convexer Curvenseite liegen. Die Curvenseite für die Coordinaten wechselt mit der Bewegungsrichtung und auch zugleich mit der Lage des Mediums, so daß, wenn beides wechselt, sie unverändert bleibt. Näheres in dieser Beziehung geben die §§ 6 und 10 an.

§ 5.

Beste und schlechteste Bewegungsrichtung.

Wird ein Curvenelement in Richtung seiner größeren Componente dx dem Medium entgegengeführt, so ist dy = p dx Querdimension und Faktor seines Widerstandes. Der andere Faktor des Widerstandes ist die in der Bewegungsrichtung gelegene Untercomponente $\cos^2\varphi = \frac{1}{1+P^2} = \frac{p^2}{1+p^2}$, daher der volle Widerstand

$$\cos^2\varphi\, dy = \frac{1}{1+P^2} dy = \frac{p^2}{1+p^2} dx.$$

Würde dasselbe Curvenelement statt in Richtung seiner größeren Componente dx in Richtung der kleineren dy gegen das Medium bewegt, so wäre dx = P dy Querdimension und Faktor des Widerstandes, dessen anderer Faktor $\sin^2\varphi = \frac{1}{1+p^2} = \frac{P^2}{1+P^2}$ und der volle Widerstand

$$\sin^2\varphi\, dx = \frac{1}{1+p^2} dx = \frac{P^3}{1+P^2} dy.$$

Wird ein Curvenelement in Richtuug seiner größeren Componente dx vom Medium abgerückt, so ist dx = P dy Querdimension und Faktor seines Antriebes, der andere Faktor ist in der Bewegungsrichtung gelegene Untercomponente $\sin\varphi\, \cos\varphi$, daher der volle Antrieb

$$\sin\varphi\, \cos\varphi\, dx = \frac{p}{1+p^2} dx = \frac{P^2}{1+P^2} dy.$$

Würde dasselbe Curvenelement in Richtung seiner kleineren Componente dy vom Medium abgerückt, so wäre dy Querdimension und Faktor des Antriebes, der andere Faktor in der Bewegungs-

richtung gelegene Untercomponente $\cos\varphi \sin\varphi = \frac{P}{1+P^2} = \frac{p^2}{1+p^2}$, sohin der ganze Antrieb

$$\cos\varphi \sin\varphi\ dx = \frac{P}{1+P^2} dy = \frac{p^2}{1+p^2} dx.$$

Die hier gefundenen Formeln lassen erkennen, daß, wenn das Curvenelement einmal in Richtung seiner größeren, das andere Mal in Richtung seiner kleineren Componente gegen das Medium bewegt wird, die beiden Widerstände wie $1 : P^3$ sich verhalten, woraus in Anbetracht, daß $P > 1$ folgt, daß, um zum gesucht kleineren Widerstande zu gelangen, resp. in bester Weise die Curve zu gebrauchen, jedes Curvenelement in Richtung seiner größeren Componente dx gegen das Medium bewegt werden müsse. Desgleichen ergiebt sich, daß, wenn ein Curvenelement einmal in Richtung seiner größeren, das andere Mal in Richtung seiner kleineren Componente vom Medium abgerückt wird, beide Antriebe wie $P : 1$ sich verhalten. Großer Antrieb verlangt somit ebenso wie kleiner Widerstand Bewegung in Richtung der zu den größeren Componenten gehörigen x, und hierin besteht das für besten Gebrauch der betreffenden Curven wichtigste Erforderniß.

Weil jede Bewegung in Richtung der kleineren Componenten dy zu großem Widerstande und kleinem Antriebe, d. h. dem wenigst Erstrebten führt, so ist sie erstes Kennzeichen für schlechten Gebrauch.

Wird eine Curve in allen ihren Theilen in der gleichen Richtung zum Medium hin oder von ihm weg bewegt, so wird mit denjenigen ihrer Theile, welche kleinere Winkel wie 45° mit der Bewegungsrichtung bilden, kleiner Widerstand oder großer Antrieb erzielt, wogegen die anderen mit der Bewegungsrichtung größere Winkel wie 45° bildenden Curventheile sämmtlich zu großem Widerstande oder kleinem Antriebe führen, somit schlecht gebraucht, während jene gut gebraucht sind. Um deshalb alle Theile einer jeden Curve gut zu gebrauchen, ist es unerläßlich, im Punkte dessen $dx = dy$, die Bewegung und mit ihr die Coordinaten im rechten Winkel zu drehen, womit denn auch die diesbezügliche Annahme des § 4 ihre nachträgliche Begründung und Rechtfertigung erhält.

§ 6.

Natürliche und künstliche Flächenachse nebst Curvenseite für das Medium.

Achsenabstände sind ebenso wie Ordinaten alle vom veränderlichen Punkte der Erzeugenden begrenzt, daher sie in der Ordinatenrichtung, die Flächenachsen sämmtlich in der Abscissenrichtung liegen müssen. Jede bei unverändert gebliebener Bewegungsrichtung im rechten Winkel gedrehte Flächenachse, d. i. jeder Uebergang aus natürlicher zu künstlicher und aus künstlicher zu natürlicher Flächenachse, muß, weil die Flächenachse in der Abscissenrichtung liegt, rechtwinklige Drehung auch der Coordinaten im Gefolge haben. Weil aber rechtwinklige Drehung der Coordinaten, durch welche Abscisse wird was Ordinate, und Ordinate was Abscisse war, von einem Wechsel der Curvenseite begleitet ist, und nach § 4 zugleich mit den Coordinaten auch das Medium die Curvenseite wechselt, so ist es bei gegebener Bewegungsrichtung von der Lage des Mediums auf convexer oder auf concaver Curvenseite abhängig, ob die Flächenachse mit der Bewegungsrichtung parallel und dann natürlich, oder zur Bewegungsrichtung senkrecht und dann künstlich zu sein habe. Die beste Curvenseite für das Medium ist die, welche in die Bewegungsrichtung fallende natürliche Flächenachse erfordert, so daß ungünstige Lage des Mediums aus dem Erfordernisse einer von der Rotationserzeugung ausschließend künstlichen Flächenachse erkennbar ist. Der strenge Beweis dafür, daß die natürliche Flächenachse der Kleinheit des Widerstandes und der Größe des Antriebes günstiger ist wie die künstliche, wird erst im § 20 erbracht werden können.

Sollen außer der Bewegungsrichtung auch noch die Flächenachse und das Medium die für kleinen Widerstand und großen Antrieb günstigste Lage erhalten, so müssen nicht bloß die Bewegung, sondern auch die Flächenachse die Richtung der zu den größeren Componenten gehörigen x, somit die Ordinaten und Achsenabstände die der y haben, wonach die betreffenden Widerstände und Antriebe wegen der auf concaver Curvenseite befindlichen Coordinaten durch P und dy ausgedrückt werden müssen. Sollten dagegen Bewegungsrichtung, Flächenachse und Medium die für kleinen Widerstand und großen Antrieb ungünstigste Lage haben, so müssen Bewegung, Ordinaten und Achsenabstände die Richtung

der y, folglich die Flächenachse die Richtung der x erhalten, so daß auch in diesem Falle Widerstand und Antrieb durch P und dy ausgedrückt werden müssen. So oft Widerstand und Antrieb durch p und dx ausgedrückt sind, ist entweder nur die Bewegungsrichtung oder statt ihrer Flächenachse und Medium in günstigster Lage, wonach in allen diesen Fällen niemals von absolut bestem und absolut schlechtestem, sondern nur von unter jeweilig ungünstigen Verhältnissen bestem oder schlechtestem Gebrauche, und demgemäß mit Rücksicht auf den Gebrauch, nicht auf die Gleichung der Curve, nur von kleinem und großem, nicht von kleinstem und größtem Widerstande und Antriebe die Rede sein kann. Es klassificiren sich in Folge dessen die Widerstände und Antriebe des § 5 wie folgt:

Der Curvenelemente			
Widerstände		und Antriebe	
kleinster	größter	größter	kleinster
$\frac{1}{1+P^2}dy$;	$\frac{P^3}{1+P^2}dy$;	$\frac{P^2}{1+P^2}dy$;	$\frac{P}{1+P^2}dy$;
kleiner	großer	großer	kleiner
$\frac{p^3}{1+p^2}dx$;	$\frac{1}{1+p^2}dx$;	$\frac{p}{1+p^2}dx$;	$\frac{p^2}{1+p^2}dx$

§ 7.

Flächenachse und Achsenabstände für Antrieb im Gegensatze zu jenen für Widerstand.

Alle Flächenachsen und Achsenabstände nehmen wir ausnahmslos auf der von den Flächen eingeschlossenen, dem Medium abgewendeten Curvenseite an, woraus, da der betreffende Raum für Widerstand nach vorne, für Antrieb nach hinten schmäler zu werden hat, folgt, daß zur Erzielung eines zu gleicher Coordinatenlage gehörigen Widerstandes und Antriebes bei letzterem Flächenachse und Medium auf entgegengesetzter Curvenseite wie bei ersterem liegen müssen. So oft es um Widerstand sich handelt, legen wir die Coordinaten auf diejenige Curvenseite, auf welcher Flächenachse und Achsenabstände sich befinden und lassen vorläufig Flächenachse und Abscissenlinie, wie auch Achsenabstände und Ordinaten sich decken, des besonderen Falles, wo Flächenachse und Abscissenlinie sich nicht decken, sondern auf gleicher Curvenseite liegend parallel

sind, erst in § 23 Erwähnung machend. Das Medium liegt deshalb beim Widerstande mit den Coordinaten ebenso wie mit der Flächenachse und den Achsenabständen auf entgegengesetzter Curvenseite, beim Antriebe mit den Coordinaten auf gleicher, dagegen mit der Flächenachse und den Achsenabständen auf entgegengesetzter.

Beim Antriebe, wo die Flächenachse, weil sie auf entgegengesetzter Curvenseite wie die Abscissenlinie liegt, parallele Lage zu ihr einnimmt, fallen die Achsenabstände in Verlängerung der Ordinaten, constante Summe s mit ihnen bildend, welche Summe dem Abstande der Flächenachse von der Abscissenlinie gleichkommt. Den Werth dieses s nehmen wir so an, daß er der Summe der den beiden Grenzpunkten des betreffenden Curventheiles zukommend kleinsten und größten Ordinate, und folglich auch der Summe der diesen Grenzpunkten zugehörigen Achsenabstände gleich ist, mögen letztere wie beim Widerstande mit den Ordinaten zusammenfallen oder wie beim Antriebe in deren Verlängerung liegen. In Ansehung dessen sind die Achsenabstände jedes zwischen den Grenzpunkten gelegenen veränderlichen Punktes der Erzeugenden beim Widerstande mit x oder y, beim Antriebe mit s—x oder s—y zu bezeichnen. Wird, wie geschehen soll, von den durch rechtwinklige Abmessungen ihrer gegenseitigen Lage nach gegebenen zwei Grenzpunkten der eine als in der Flächenachse liegend angenommen, so ist die nicht in der Flächenachse befindliche Abmessung größter Achsenabstand, einerlei ob nach Widerstand oder nach Antrieb gefragt wird.

§ 8.

Widerstand und Antrieb der Flächenelemente.

Da die Widerstände und Antriebe der Flächenelemente diesen letzteren, resp. deren veränderlichen Achsenabständen proportional zu sein haben, so werden sie erhalten durch Multiplication des dem erzeugenden Curvenelemente zukommenden Widerstandes oder Antriebes mit dem betreffenden Achsenabstande. Weil ferner der Achsenabstand in die Ordinatenrichtung fällt, welche ihrerseits aus dem letzten Faktor der in § 7 für den Widerstand und Antrieb der erzeugenden Curvenelemente enthaltenen Ausdrücke erkennbar wird und nebstdem bekannt ist, daß für Widerstand die Achsenabstände mit den Ordinaten identisch sind, für Antrieb dagegen constante Summe s mit ihnen bilden, so kann ein Zweifel nicht

obwalten, welches der Achsenabstand sei, mit dem des Curvenelementes Widerstand oder Antrieb in jedem einzelnen Falle multiplizirt werden muß.

Bezeichnet man größten Widerstand mit W, großen mit W', kleinsten Widerstand mit w, kleinen mit w', größten Antrieb mit A, großen mit A', kleinsten Antrieb mit a, kleinen mit a', so erhält man die folgenden Formeln:

Der Flächenelemente Widerstände

kleinster größter

$$\frac{dw}{dy} = y\,\frac{1}{1+P^2};\quad \frac{dW}{dy} = y\,\frac{P^3}{1+P^2};$$

kleiner großer

$$\frac{dw'}{dx} = x\,\frac{p^3}{1+p^2};\quad \frac{dW'}{dx} = x\,\frac{1}{1+p^2};$$

Der Flächenelemente Antriebe

größter kleinster

$$\frac{dA}{dy} = (s-y)\,\frac{P^2}{1+P^2};\quad \frac{da}{dy} = (s-y)\,\frac{P}{1+P^2};$$

großer kleiner

$$\frac{dA'}{dx} = (s-x)\,\frac{p}{1+p^2};\quad \frac{da'}{dx} = (s-x)\,\frac{p^2}{1+p^2}.$$

§ 9.

Das geradlinige Gebrochensein der erzeugenden Curve.

Besäße der Anfangspunkt der Coordinaten solche Lage, daß für $P = p = 1$ zugleich mit x auch y Null würde, so müßte, weil $dx > dy$, nothwendig auch $x > y$ sein, wodurch die gegenseitige Lage der beiden Grenzpunkte in einer mit der allgemeinen Lösung des Problemes nicht vereinbaren Weise beschränkt wäre. Ohne einem anderen der bisherigen Erfordernisse in den Weg zu treten, ist die eben genannte Beschränkung vermieden, sobald angenommen wird, es erhalte für $x = 0$ und $P = p = 1$ das in Richtung der kleinen dy gelegene y den Werth g, welcher, obgleich nicht Null, doch der kleinste Werth ist, den innerhalb des Curventheiles y erhalten kann.

Liegen die Coordinaten auf concaver Curvenseite, so ist, wie § 10 ersichtlich macht, g nicht bloß kleinste Ordinate, sondern auch

kleinster Achsenabstand, der beim Widerstande, wo er mit der kleinsten Ordinate zusammenfällt, auf den zu 45° gehörigen Anfangspunkt sich bezieht, beim Antrieb auf den nicht zu 45° gehörigen veränderlichen Grenzpunkt des Curventheiles. Befinden die Coordinaten sich auf convexer Curvenseite, so ist g für Widerstand zum Nullwerth der Ordinate und des Achsenabstandes gehörige kleinste Abscisse und dabei auch kleinste der allen Curvenpunkten zukommenden Achsenlängen, dagegen für Antrieb lediglich zu größter Ordinate und kleinstem Achsenabstande Null gehörige kleinste Achsenlänge.

Nachdem von beiden sich auf einen in der Flächenachse gelegenen Anfangspunkt beziehenden Coordinaten nur die mit x bezeichnete Null werden darf, die Erzeugende aber im innerhalb der Flächenachse gelegenen Anfangspunkte zu beginnen hat, so muß dieselbe zusammengesetzt sein aus der die Flächenachse nicht berührenden Curve und dem geradlinigen g, d. i. eine geradlinig Gebrochene sein. Der betreffende Bruch findet bei den Erzeugenden für Widerstand nach der concaven Seite unter einem Winkel von 45°, bei den Erzeugenden für Antrieb nach der convexen Seite unter größeren Winkeln wie 45° statt.

Sollen Flächen des Widerstandes oder Antriebes mittelst nur gerader, nicht krummer Linien erzeugt werden, so läßt sich auf dem Wege der gewöhnlichen Lehre vom Größten und Kleinsten leicht berechnen, ob und in welcher Weise dieselben gebrochen sein müssen, um bezw. kleinsten Widerstand und größten Antrieb zu erhalten. Man findet z. B., daß die Kegelfläche kleinsten Widerstandes und größten Antriebes die eines abgekürzten Kegels ist, die Erzeugende sohin eine gebrochene gerade Linie sein müsse, was mit dem für Curven gefundenen Resultate in voller Uebereinstimmung sich befindet.

§ 10.

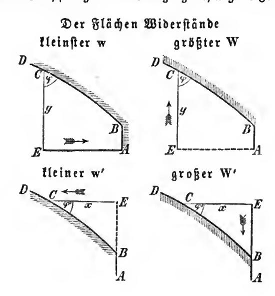
Bildliche Darstellungen der bisherigen Ergebnisse.

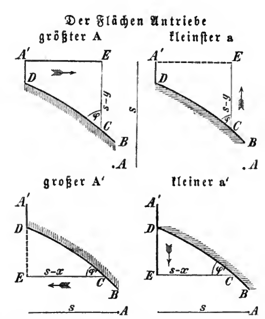
(Siehe die nachfolgende Figur.)

Für die Erzeugenden A B C D seien A und D, für die Erzeugenden A′ D C B seien A′ und B die gegebenen Grenzpunkte. Der Punkt B sämmtlicher Curven gehört zu 45° und hat daher absolut unveränderliche Lage innerhalb derselben, wogegen sämmtliche Punkte D und C veränderliche Lage besitzen, obgleich beziehungsweise zu den Aenderungen des doppelt veränderlichen C der Punkt

D für constant zu gelten hat. Der geradlinige Theil der sämmtlichen Erzeugenden A B = A' D = g hat für alle Lagen von D den unverändert gleichen Werth. Der Punkt A ist Anfangspunkt der Coordinaten x und y, von welchen die x horizontale, die y verticale Lage haben, und beide sowohl für Kleinste wie für Größte auf concaver, für Kleine und Große auf convexer Curvenseite liegen. Die Linien A E und A' E sind die dem veränderlichen Curvenpunkte C entsprechenden Achsenlängen, die in allen jenen Fällen, wo sie zur Bewegungsrichtung senkrecht und folglich nicht Rotationsachsen, vielmehr Durchschnittslinien von Begrenzungsebenen sind, punktirt wurden. C E ist der veränderliche Achsenabstand des Punktes C, derselbe, welcher in den betreffenden Formeln für Widerstand und Antrieb seinen Ausdruck findet, und dessen Werth nebenbei angegeben ist. Die kurzen Parallellinien geben nicht bloß die Curvenseite an, auf der das Medium liegt, sondern auch des Mediums Annäherungsrichtung an die Curve. Beim Widerstande befinden sich diese Parallellinien auf entgegengesetzter, beim Antriebe auf gleicher Curvenseite wie die Coordinaten. Die zu den Tangenten P gehörigen Winkel, größer wie 45°, sind mit φ, die zu den Tangenten p gehörigen, kleiner wie 45°, mit φ' bezeichnet. Die Pfeile geben die Bewegungsrichtung der Flächen an.

Der Flächen Widerstände





Ebene Flächen entstehen durch den geradlinigen Theil A B oder A' D der Erzeugenden nur bei kleinstem und größtem Widerstande und Antriebe, bei kleinem und großem nicht. Widerstand erleidet nur die zu kleinstem Widerstand gehörige ebene Fläche, Antrieb keine, trotzdem üben sie alle auf die Größe des dem gekrümmten Theile erzeugter Fläche zukommenden Widerstandes und Antriebes sehr wesentlichen Einfluß.

§ 11.

Ueber den praktischen Werth der bisherigen Ergebnisse.

Nachdem die beste Gestalt der Erzeugenden, insoweit dies unter ausschließlicher Bedachtnahme auf die beste Begrenzung und den besten Gebrauch der Curve, jedoch ohne Rücksichtnahme auf ihre Gleichung möglich war, festgestellt worden, erscheint es zur Erlangung möglichst kleinen Widerstandes und möglichst großen Antriebes vor Allem wichtig, die richtige Länge für den geradlinigen Theil g der Erzeugenden aufzufinden, was in jedem besonderen Falle auf empirischem Wege geschehen kann. Weil für Widerstand der Bruchwinkel 45° beträgt, und deshalb die Curve nur sehr

wenig gekrümmt sein kann, so bleibt nach ermittelter Länge für den geradlinigen Theil ein nur geringer Spielraum für die von der Curvengleichung abhängige Gestaltsveränderung der Gebrochenen, daher auch ein Wechsel der Curvengleichung auf die Größe der betreffenden Widerstände und Antriebe nur sehr unerheblichen Einfluß zu üben vermag.

In welchem Maße der Antheil, welchen die Untersuchungen dieses Abschnittes an der Lösung des Problemes nehmen, wichtiger als der Antheil ist, welchen die Variationsrechnung an ihr zu nehmen im Stande ist, geht am deutlichsten daraus hervor, daß die bisher immer richtig berechnet wordene Curvengleichung zu einem irgendwie brauchbaren Resultate für sich allein noch niemals geführt hat, während die Untersuchungen dieses Abschnittes, auch ohne der Variationsrechnung bedurft zu haben, zu einem Resultate führten, welches unter geeigneter Zuhilfenahme des Versuchsweges dem gesuchten Besten so nahe kommt, daß die Praxis nur wenig darunter leiden wird, wenn das absolut Beste auch völlig nicht erreicht ist.

Zweiter Abschnitt.

Neue Auffassung und Begründung der Variationsrechnung unter nächster Bezugnahme auf das Newtonsche Problem.

§ 12.

Begriff und Zweck des Variirens.

Functionen einer oder mehrerer Veränderlichen lassen sich quantitativ in zweifacher Weise ändern, nicht bloß, indem bei ungeänderter Form der Function der Größenwerth ihrer Veränderlichen ein anderer wird, sondern auch dadurch, daß bei unverändert gebliebener Größe der Veränderlichen die Form der Function und mit ihr die Curvengestalt, auf welche dieselbe etwa sich beziehen sollte, wechselt. Alle variirt werdenden Functionen erfahren quantitative Aenderungen der letzten Art, auch sind sie alle Functionen der Tangente P oder p desjenigen Winkels, welchen das Element einer der Gestalt nach unbestimmten Curve mit einer seiner Coordi-

naten x oder y bildet. In allen derartigen Functionen gelangt die Unbestimmtheit der betreffenden Curvengestalt dadurch zur Geltung, daß die Tangente P oder p als unbestimmte Function φ (y) oder φ (x) einer der beiden Coordinaten angesehen wird. Sobald die Function der Tangente quantitative Aenderung dadurch erfährt, daß die Tangente eine andere Function einer dem Werthe und Ausdrucke nach unverändert gebliebenen Coordinate wird, so nennt man die Function der Tangente „variirt".

Unter der Voraussetzung, daß die zu variirende Function nicht neben ihrer veränderlichen Tangente auch noch veränderliche Coordinaten enthält, berührt es den Werth und den Ausdruck ihrer Aenderung in keiner Weise, ob die Ursache für die beliebig quantitative Aenderung der Tangente die ist, daß sich in $P = \varphi$ (g) oder in $p = \varphi$ (x) der Coordinatenwerth oder auch die unter φ zu verstehende Function geändert hat. Ein Unterschied macht dann erst sich geltend, wenn die zu variirende Function noch veränderliche Coordinaten neben der veränderlichen Tangente enthält, und zwar besteht der Unterschied alsdann darin, daß, wo die Aenderung der Tangente durch quantitative Aenderung der Coordinaten veranlaßt ist, sohin ein Variiren nicht stattfindet, die neben der Tangente vorkommenden Coordinaten von der Aenderung der Tangente in Mitleidenschaft gezogen werden, was beim Variiren, wo die Aenderung der Tangente durch Aenderung des qualitativen φ bei unverändert bleibender Coordinate bewirkt wird, nicht der Fall ist. Es muß deshalb jede neben ihrer veränderlichen Tangente noch eine veränderliche Coordinate enthaltende Function, im Falle sie variirt werden soll, stets in Unabhängigkeit von den Coordinaten nur einseitig nach der Tangente geändert werden, ganz einerlei, ob die Aenderung durch Differenziren oder in anderer Weise ausgeführt wird.

Nachdem es mit den wesentlichsten Problemen der Variationsrechnung, namentlich mit dem Newtonschen vom kleinsten Widerstande, welches hier vor allen ins Auge gefaßt werden soll, in Uebereinstimmung ist, so wählen wir F (y) f (P) oder nach Umständen auch F (x) f (p) als Ausdruck für die zu variirende Function, werden jedoch aus dieser Annahme nichts anderes ableiten, als was für andere Verbindungen und Probleme ebenfalls Geltung haben muß.

Das spätere Variirtwerden der genannten Funktion ist Einleitung und Vorbereitung, um diejenige Abhängigkeit oder Gleichung zwischen Coordinate und Tangente finden zu können, für welche das jeweilige Eigenschaftselement und mit ihm sein zwischen gegebene Grenzen fallendes Integrale größer oder kleiner wird, als es bei jeder anderen Curvengleichung sein würde. Die Frage, was mit dem unabhängig vom ersten Faktor nur nach der Tangente variirten Produkte schließlich zu geschehen habe, um die dem gesucht größten oder kleinsten Integrale entsprechende Curve zu erhalten, bildet den Kernpunkt der Variationsrechnung. Es kann diese Frage jedoch nicht früher beantwortet werden, als bis die sämmtlichen Kriterien für die einschlägig Großen und Kleinen, Größten und Kleinsten, festgestellt worden sind.

§ 13.

Das allgemeine Gebiet der Variationsrechnung.

Die bei allen Problemen der Variationsrechnung in Betracht kommende unbestimmte Abhängigkeit von P und y in F(y) f(P) oder von p und x in F(x) f(p) kann sich auf alle Curven ohne Ausnahme erstrecken, nichts ausschließend, als jene Unabhängigkeit zwischen Tangente und Coordinate, welche die gerade Linie kennzeichnet. Wo immer daher dasjenige Eigenschaftselement, welches für die gesuchte Linie Element einer veränderlich größten oder kleinsten Eigenschaft zu sein hat, eine vor wie nach dem Variiren unverändert sich gleich bleibende Coordinate enthält, da ist andere als die gerade Linie, die dann auch beste ist, nicht möglich, somit ein Grund zum Variiren alsdann nicht vorhanden.

Die Variationsrechnung setzt sich überhaupt anderes nicht zur Aufgabe, als unter Ausschluß einer zwischen Tangenten und Coordinaten bestehenden Unabhängigkeit die dem jeweiligen Probleme entsprechend beste Abhängigkeit aufzufinden. Ob die gefundene Curve dann nachträglich so gebraucht wird, daß der mit ihr erstrebte Erfolg und Zweck in bester oder in schlechtester Weise gefördert, größtes oder kleinstes Integrale erreicht wird, das fällt, wie der erste Abschnitt gezeigt hat, in ein von der Variationsrechnung völlig unabhängiges Gebiet. Die Variationsrechnung faßt nämlich einheitlich und ununterschieden alle in den Rahmen ein und desselben Problems fallenden Gebrauchsverschiedenheiten

der Curven zusammen, unterscheidet nicht Theile von Curven, sondern ganze Curven, nicht große von kleinen Wirkungen und Integralen, nicht natürliche von künstlichen Flächenachsen ꝛc., wohl aber unterscheidet sie die im ersten Abschnitt nicht unterschieden wordenen Curvengestalten resp. Curvengleichungen, und selbst dies nur insoweit, als zunächst sie die für die Zwecke betreffender Probleme schlechteste aller Linien, die Gerade, ausscheidet und dann unter allen nicht schlechtesten Linien die der Gattung nach beste auswählt. (Siehe § 32.) Mit Unterscheidungen solcher Linien, welche weder beste noch schlechteste sind, befaßt sie sich nicht.

§ 14.

Theilweis veränderte Annahmen und Bezeichnungen.

Weil in sämmtlichen Formeln des § 8 die Veränderliche des nicht trigonometrischen Faktors vom veränderlichen Curvenpunkte begrenzte Ordinate und dabei zugleich Maßgebende für die Tangente des trigonometrischen Faktors ist, so behalten wir solches für die hier dem Newtonschen Probleme vor allen anderen angepaßt werdende Variationsrechnung unverändert bei und verstehen daher unter y immer eine auf concaver, und unter x eine auf convexer Curvenseite gelegene Ordinate. Nachdem die Variationsrechnung sich ihrerseits nicht kümmert um jene zu constant Größten und Kleinsten gehörigen Theilungspunkte, in welchen das Coordinatensystem nach erfolgter Theilung gefundener Curve seine Lage zu wechseln hat, vielmehr die gesuchte Curve so behandelt, als bestünde sie nur aus einem einzigen, den allgemeinen Anforderungen des § 1 entsprechenden Curventheile, so steht der obigen Annahme um so weniger etwas im Wege, als auf eine Theilung der Curve und durch sie erst bedingte Veränderung des Coordinatensystems vor gefundener Curve und vor beendetem Variationsverfahren unmöglich eingegangen werden kann. Unverändert bleibt ferner noch die frühere Annahme, nach welcher $P = \frac{dx}{dy}$ und $p = \frac{dy}{dx}$ war. Nichtsdestoweniger übt der zwischen den Aufgaben der Variationsrechnung und jenen des ersten Abschnitts bestehende Gegensatz, wie nachstehend sich ergeben wird, mehr oder mindern Einfluß auf einige der früheren Annahmen.

Die auf dem Wege der Variationsrechnung zunächst und un-

mittelbar zu findende Differenzialgleichung kann nichts Anderes zum Ausdruck bringen, als die Abhängigkeit, welche zwischen der Tangente und Ordinate des veränderlichen Punktes gesuchter Curve besteht. Weil nun diese Differenzialgleichung auch bei paralleler Verschiebung der Abscissenlinie ganz dieselbe bleibt, so kann bezüglich der Lage der Curve zur Abscissenlinie mehr nicht aus jener Gleichung entnommen werden, als das, was vorher schon bekannt war, daß nämlich letztere zu den Ordinaten der Curve senkrecht ist. Auch über die Lage des Anfangspunktes der Abscissen, ob er zu diesem oder zu jenem Werthe der Ordinaten und Tangenten gehört, spricht sich die genannte Differenzialgleichung so wenig wie irgend eine andere aus.

Es folgt, daß die Variationsrechnung in keiner Weise befähigt ist, feste Anhaltspunkte zu geben über die beziehungsweise Lage der zu findenden Curve zu irgend einer Geraden, sei sie Abscissenlinie oder Flächenachse, und noch weniger über die Lage der Curve gegenüber einem vorher bestimmten Punkte dieser Geraden. Damit ist in evidenter Weise dargethan, was schon früher behauptet und durch die Ausführungen des ersten Abschnitts auch bereits erhärtet worden, daß nämlich die Variationsrechnung für sich allein mehr nicht zu leisten vermag, als die gesuchte Curve in ihrer vollen Selbstständigkeit und Ungetheiltheit aufzufinden, während die angemessenste Lage dieser Curve zu einer gegebenen Geraden und zu bestimmtem Punkte derselben unabhängig von der Variationsrechnung durch besondere Untersuchungen festgestellt werden muß.

Eine specielle Folgerung für das Newtonsche Problem ist die, daß das Ergebniß früherer Untersuchungen, nach welchem der Anfangspunkt der Abscissen dort zu sein hatte, wo $dx = dy$, $\varphi = 45^\circ$ und $P = p = 1$ ist, erst nach beendeter Variationsrechnung nicht aber für die Dauer derselben zur Geltung gelangen darf, daher auch beim Variationsverfahren P sowohl wie p ganz unbeschränkte Werthe erhalten müssen, welche zwischen die Grenzen von 0 und ∞ fallen, während im ersten Abschnitt P nur Werthe zwischen 1 und ∞, und p zwischen 0 und 1 haben konnte.

Der nicht trigonometrische Faktor des zu variirenden Produktes ist beim Newtonschen Probleme y oder x. Der größeren Allgemeinheit wegen gehen wir jedoch insoweit hiervon ab, als wir

F (y) statt y und F (x) statt x setzen, was dann zur Folge hat, daß P, welches früher mit x und y gleiche Aenderungsrichtung besaß, solche mit F (y) und F (x) erhalten muß, und daß p, welches früher mit x und y von entgegengesetzter Aenderungsrichtung war, nunmehr mit F (y) und mit F (x) entgegengesetzte Aenderungsrichtung haben wird.

Wegen der unbestimmten Lage, welche während des Variationsverfahrens sowohl die Abscissenlinie wie die Flächenachse, die bekanntlich beide von gleicher Richtung sind, einnehmen, kann die Variationsrechnung zwischen ihnen nicht unterscheiden, daher auch für sie ebensowohl die Größe s, als Unterscheidungen zwischen Widerstand und Antrieb, die beide auf eine die Variationsrechnung nicht berührende Gebrauchsverschiedenheit zurückzuführen sind, in Wegfall kommen.

§ 15.

Die Aenderungsrichtungen und Aenderungsgeschwindigkeiten der Faktoren und Produkte mit Beziehung auf die Lage der Coordinaten.

Besitzen die Faktoren des Produktes F (y) f (P) gleiche Aenderungsrichtung, so ist auch die des Produktes die gleiche, sind die Faktoren jedoch von entgegengesetzter Aenderungsrichtung, so erhält das Produkt die Aenderungsrichtung desjenigen Faktors, welcher mit der größeren Geschwindigkeit sich ändert. In allen Fällen wird die Aenderungsrichtung des Produktes umkehren, wenn die Aenderungsrichtung desjenigen Faktors umkehrt, welcher die größere Aenderungsgeschwindigkeit besitzt.

Die Aenderungsrichtung des Faktors F (y) kehrt um, sobald s — y für y gesetzt, nämlich die Abscissenlinie in einer zur früheren parallelen Lage auf die andere Curvenseite gelegt und dadurch Anfangspunkt wird, was vorher Endpunkt war und umgekehrt. Die Aenderungsrichtung des Faktors f (P) wird dagegen umgekehrt, sobald die für die Tangenten maßgebende Ordinatenrichtung und mit ihr die Abscissenlinie eine Drehung im rechten Winkel erhält, wodurch wohl ebenfalls die Curvenseite der Coordinaten, doch nicht ihr Anfangspunkt wechselt. Das Produkt beider Faktoren soll seine Aenderungsrichtung nur zugleich mit jener der Ordinaten und des nicht trigonometrischen Faktors umkehren, nicht aber, wenn bei unveränderter Ordinatenrichtung die maß-

gebende Richtung für die Tangenten im rechten Winkel gedreht wird und damit gleichzeitig die Aenderungsrichtung des trigonometrischen Faktors wechselt. In Folge dessen hat die Aenderungsgeschwindigkeit des nicht trigonometrischen Faktors immer größer als die des trigonometrischen Faktors zu sein.

Ob letzteres der Fall sei oder nicht, läßt sich erkennen, wenn man für die Tangente diejenige Maßgebende wählt, sei sie Ordinate oder Abscisse, bei welcher der trigonometrische Faktor entgegengesetzte Aenderungsrichtung wie der nicht trigonometrische erhält, und dann nachforscht, ob bei zunehmenden Coordinaten das Produkt ebenfalls zunimmt, oder ob es abnimmt. Im letzteren Falle besitzt der trigonometrische Faktor unrichtigerweise größere Aenderungsgeschwindigkeit wie der andere. Um solche Unrichtigkeit zu beseitigen, muß, wie § 22 dies im Beispiele ausführen wird, die Aenderungsrichtung beider Faktoren umgekehrt werden.

§ 16.
Die Bedingungen und Kriterien für kleine und große Integrale.

Nachdem der für die Dauer des Variirens nur allein verändert werdende und folglich vor Allem wichtige trigonometrische Faktor kleinere Aenderungsgeschwindigkeit besitzen muß, wie der erst nach vollendetem Variiren, d. i. nach gefundener Curve, geändert werdende andere Faktor, so fällt, mag die betreffende Curve die gesucht beste sein oder nicht, dem trigonometrischen Faktor die Aufgabe zu, die in Folge nachträglicher Zunahme des nicht trigonometrischen Faktors dem Produkte und seiner Aenderungsgeschwindigkeit erwachsende Zunahme da zu vermehren, wo beide Faktoren von gleicher Aenderungsrichtung sind, dagegen dort zu vermindern, wo sie entgegengesetzte Aenderungsrichtung haben.

Wo bei zunehmender Ordinate der nicht trigonometrische Faktor und mit ihm das Produkt zunimmt, da muß, um große Summe der Produkte, d. h. große Integrale zu erhalten, der trigonometrische Faktor die Zunahme und Aenderungsgeschwindigkeit des Produktes vermehren und deshalb mit dem anderen Faktor gleiche Aenderungsrichtung besitzen. Wo jedoch bei ebenfalls zu-

nehmender Ordinate der nicht trigonometrische Faktor und mit ihm das Produkt abnimmt, da muß, um auch hier große Integrale erhalten zu können, der trigonometrische Faktor die Abnahme und Aenderungsgeschwindigkeit des Produktes vermindern und daher seinerseits zunehmen. Demgemäß verlangen große Integrale in beiden Fällen gleiche Aenderungsrichtung mit der Ordinate, oder, was dasselbe ist, große Integrale sind nur möglich, wenn der trigonometrische Faktor nach der Ordinate resp. Veränderlichen des nicht trigonometrischen Faktors differenzirt positives Zeichen erhält.

Wenn bei zunehmender Ordinate der nicht trigonometrische Faktor und mit ihm das Produkt zunimmt, und es sollen kleine Integrale erreicht werden, so wird des trigonometrischen Faktors Aufgabe, die Zunahme des Produktes zu verzögern, erfüllt, wenn er mit dem anderen Faktor und dessen veränderlicher Ordinate entgegengesetzte Aenderungsrichtung hat. Wenn jedoch kleine Integrale mittelst zunehmender Ordinate und abnehmend nicht trigonometrischem Faktor und Produkte erreicht werden sollen, so wird des trigonometrischen Faktors Aufgabe, die Abnahme und Aenderungsgeschwindigkeit des Produktes zu vermehren, dann erfüllt, wenn beide Faktoren trotz zunehmender Ordinate abnehmen. Es verlangen deshalb kleine Integrale in allen Fällen entgegengesetzte Aenderungsrichtung des trigonometrischen Faktors mit der Ordinate, oder, was dasselbe ist, kleine Integrale sind nur möglich, wenn der trigonometrische Faktor nach der Ordinate resp. Veränderlichen des nicht trigonometrischen Faktors differenzirt negatives Zeichen erhält.

Die Kriterien für veränderlich große und veränderlich kleine Integrale sind somit denjenigen der gewöhnlichen Lehre über constant größte oder constant kleinste Werthe veränderlicher Funktionen, genau entgegengesetzt, indem sich große Integrale aus dem positiven Zeichen eines ersten Differenziales, größte Werthe von Functionen aus dem negativen Zeichen eines zweiten Differenziales, dagegen kleine Integrale aus dem negativen Zeichen eines ersten Differenziales und kleinste Werthe von Functionen aus dem positiven Zeichen eines zweiten Differenziales erkennen lassen.

§ 17.

Ausscheidung größter unter großen und kleinster unter kleinen Integralen.

Unter großen Integralen wird größtes und unter kleinen kleinstes mittelst derjenigen Curve erhalten, bei welcher die durch den trigonometrischen Faktor bewirkte Beschleunigung oder Verzögerung der Zu- und Abnahme sowohl des Produktes als seiner Aenderungsgeschwindigkeit größer ist, als sie bei jeder anderen Curve sein würde. Der trigonometrische Faktor hat sich deshalb bei der gesucht besten Curve mit größtmöglicher Geschwindigkeit, und bei der wenigst gesucht schlechtesten aller Linien, der Geraden, mit kleinstmöglicher Geschwindigkeit Null zu ändern.

Nächste Aufgabe ist es, die Bedingungen zu finden, unter welchen beliebige Functionen von Tangenten mit größter Geschwindigkeit sich ändern. Zu diesem Behufe werden wir vom nicht trigonometrischen Faktor, welcher für die Dauer dieser Untersuchung als unabhängig veränderlich bezw. constant zu betrachten ist, absehen, jedoch, weil der trigonometrische Faktor alsdann an die Stelle des ehemaligen Produktes tritt, unter P solche Tangenten verstehen, welche mit f (P) gleiche, und unter p solche, welche mit f (p) entgegengesetzte Aenderungsrichtung haben. Dies angenommen, bleibt zu ermitteln, was f (P) für eine Funktion von P, und f (p) für eine Funktion von p zu sein habe, damit jede sich mit größter Geschwindigkeit ändere.

Unter allen zum selben Winkel gehörigen trigonometrischen Verhältnissen sind Tangenten und Cotangenten diejenigen, welche zwischen den weitesten Grenzen von 0 und ∞, sohin am schnellsten sich ändern. Damit nun das mit der Tangente P gleiche Aenderungsrichtung besitzende f (P) mit ebenfalls größter Geschwindigkeit sich ändere, muß es genau wie dieses sich ändern, nämlich seiner Veränderlichen P proportional, d. i. $\frac{df(P)}{dP}$ constant sein. Zu dem gleichen Ergebnisse gelangt man durch folgende Betrachtung. Der immer positive Differenzialquotient $\frac{df(P)}{dP}$ einer mit ihrer Veränderlichen gleiche Aenderungsrichtung besitzenden Funktion f (P) kann als durch die Aenderungsgeschwindigkeit ihrer Veränderlichen

gemessene Aenderungsgeschwindigkeit der Function definirt werden. Soll nun diese im Sinne der gewöhnlichen Lehre eine größte sein, so muß ihre Differenziale Null, somit wie vorher $\frac{df(P)}{dP}$ constant sein.

Weil, wenn f (P) sich mit größter Geschwindigkeit ändert, das Gleiche für $f\left(\frac{1}{P}\right) = f(p)$ der Fall ist, so wäre festzustellen, welchen Einfluß größte Aenderungsgeschwindigkeit von f (P), d. h. constanter Werth von $\frac{df(P)}{dP}$ auf $f\left(\frac{1}{p}\right)$ üben wird. Es sind f (P) und f (p), desgleichen P und p Verhältnißzahlen, von denen die einen auf das Maß oder die Einheit dy, die anderen auf die damit verschiedene Einheit dx sich beziehen, weshalb f (P) unter der Bedingung nur gleichen Werth mit $f\left(\frac{1}{p}\right)$ erhält, daß jede dieser Verhältnißzahlen noch mit ihrer Einheit multiplicirt wird, nämlich f (P) mit dy und $f\left(\frac{1}{p}\right)$ mit dx. Man erhält

$f(P)\,dy = f\left(\frac{1}{p}\right) dx = f'(p)\,dx$, und weil $dx = P\,dy$,

$f(P) = P\,f'(p)$, woraus

$df(P) = f'(p)\,dP + P\,df'(p)$,

$\frac{df(P)}{dP} = f'(p) + \frac{P}{dP}\,df'(p)$, und weil

$dP = -\frac{dp}{p^2}$, so ist $\frac{P}{dP} = -\frac{p}{dp}$, daher

$\frac{df(P)}{dP} = f'(p) - p\,\frac{df'(p)}{dp}$.

Nachdem der linksseitige Ausdruck der zuletzt gefundenen Gleichung constant sein muß, damit f (P) mit größter Geschwindigkeit sich ändert, so muß es auch der rechtsseitige sein, damit f' (p) in schnellster Weise, und $f(p) - p\,\frac{df(p)}{dp}$, damit f (p) mit größter Geschwindigkeit sich ändert und so zu bester Curve resp. größtem oder kleinstem Integrale führt. Das hier Gefundene steht mit dem, was die Variationsrechnung bisher lehrte, in voller Uebereinstimmung.

Wenn f (P) und f (p) sich mit größter Geschwindigkeit ändern, so muß das Gleiche für jede Potenz $f(P)^n$ und $f(p)^n$ auch der Fall sein.

§ 18.

Bedingungsgleichungen und Kriterien für größte und kleinste Integrale.

Nach Feststellung der Bedingungen, welche seitens des trigonometrischen Faktors zu erfüllen sind, um den Anforderungen eines größten oder kleinsten Integrals zu genügen, ist der nicht trigonometrische Faktor, von dem wir zeitweilig abgesehen hatten, wieder herbeizuziehen, wonach in Uebereinstimmung mit den Annahmen des § 14 nunmehr P wieder mit dem nicht trigonometrischen Faktor und Produkte gleiche, p entgegengesetzte Aenderungsrichtung anzunehmen hat. Entsprechend den Formeln des § 8 soll, so oft $P = \frac{dx}{dy}$ Tangente ist, der nicht trigonometrische Faktor mit F (y), dagegen wenn $p = \frac{dy}{dx}$ Tangente ist, derselbe mit F (x) bezeichnet, ferner das Variirtwerden des Produktes durch den vorgesetzten Buchstaben δ angezeigt werden. Auf Grund der Ausführungen des vorhergehenden Paragraphen ist dann zu setzen:

$$\delta\, F(y)\, f(P) = F(y)\, \frac{df(P)}{dP} = \text{constant} = \pm c \text{ und}$$

$$\delta\, F(x)\, f(p) = F(x)\left(f(p) - p\,\frac{df(p)}{dp}\right) = \pm c.$$

Die Constante c auf die andere Seite schaffend, geben wir obigen Bedingungsgleichungen den folgenden Ausdruck:

$$1)\quad \frac{F(y)}{c}\cdot\frac{df(P)}{dP} = \pm 1;$$

$$2)\quad \frac{F(x)}{c}\left(f(p) - p\,\frac{df(p)}{dp}\right) = \pm 1.$$

Ob die eine oder die andere dieser Bedingungsgleichungen in Anwendung zu kommen habe, hängt nur davon ab, ob mit dem nicht trigonometrischen Faktor und Produkte die Tangente gleiche oder entgegengesetzte Aenderungsrichtung besitzt, nicht, wie bisher immer behauptet wurde, davon, ob die für die Tangente maßgebende Coordinate dieselbe ist, die im nicht trigonometrischen Faktor vorkommt.

Uebergehend zu den Kriterien, so ist jeder nicht Null seiend constante Werth der Variation Kriterium für die beste Curve, ganz einerlei, ob sie so gebraucht wird, daß sie zu einem größten oder zu einem kleinsten Integrale führt. Der Nullwerth der Constanten, welcher dem trigonometrischen Faktor statt größter kleinste Aenderungsgeschwindigkeit Null verleiht, ist dagegen Kriterium für die von der Variationsrechnung ausgeschlossene schlechteste Linie, die Gerade. Wenn es somit um beste oder schlechteste Linie sich handelt, so sind, wie ersichtlich, die betreffenden Kriterien denjenigen der gewöhnlichen Lehre nicht minder gegensätzlich, als wenn es um die Unterscheidung großer von kleinen Integralen sich handelt, die nicht sowohl von der Wahl der Curve als von der ihres Gebrauches abhängig ist. Das Kriterium für kleinste und größte Integrale setzt sich zusammen aus dem für beste Curve und dem für besten Gebrauch derselben, und beruht ersteres auf einem nicht Null seiend constanten Werth der Variation, letzteres auf dem negativen oder positiven Werthe des nach der Veränderlichen des ersten Faktors differenzirt zweiten Faktors.

Nachdem schon § 1 es hervorgehoben hat, daß veränderlich größte und veränderlich kleinste Integrale den Ausschluß aller constant Größten und constant Kleinsten gewöhnlicher Art verlangen, so kann der zwischen den beiderseitigen Kriterien gefundene Gegensatz nichts weniger wie überraschen, mußte vielmehr erwartet werden. Wie weit man jedoch von der Erkenntniß solchen Gegensatzes bisher entfernt war, dies bezeugt am deutlichsten das Streben, ebenso wie bei der gewöhnlichen Lehre, so auch beim Variationsverfahren, aus dem negativen oder positiven Zeichen eines zweiten Differenziales erkennen zu wollen, ob größtes oder kleinstes Integrale zu erwarten stehe. Zu wundern ist nur, daß der diesbezügliche Mißerfolg nicht früher schon auf das prinzipiell Irrige in der ganzen Auffassung der Variationsrechnung, dem allein die bisher geringen Erfolge zuzuschreiben sind, aufmerksam machte.

§ 19.

Bedeutung der Constanten c in den Bedingungsgleichungen.

Wird die mittelst einer der Bedingungsgleichungen für die Ordinate gefundene Funktion der Tangente in der betreffenden

Variation des Produktes substituirt, so erhält man einen Ausdruck, welcher, was immer die Tangente für einen Werth haben möge, constant ist und demgemäß zur gesucht besten Curve auch dann noch führen muß, wenn die den sämmtlichen Curvenpunkten zukommenden Tangenten alle noch mit dem gleichen constanten Werthe c multiplicirt oder dividirt werden, resp. wenn dy und folglich auch y auf eine c mal so große oder c mal so kleine Einheit wie dx und x bezogen werde. Mit Bezug hierauf bringt die Constante c das Recht zum Ausdruck, die Ordinaten auf cfache Einheit wie die Abscissen beziehen zu dürfen.

Solches Recht gewährt den Vortheil, daß überall, wo die Aufgabe, ohne davon Gebrauch zu machen, d. h. ohne für c einen anderen Werth wie 1 zu setzen, lösbar ist, in die Aufgabe eine Nebenbedingung sich aufnehmen läßt, welche, obgleich sie absolut Größte und absolut Kleinste ausschließt, doch beziehungsweise Größte und Kleinste gestattet. Die allgemeine Gestalt, d. i. die Gattung und Familie der Curve, wird in allen Fällen für den Werth $c = 1$ ermittelt und dann nachträglich gesucht, in welchem Verhältniß die Einheit der Ordinaten zu derjenigen der Abscissen zu stehen hat, um der allenfalls gegebenen Nebenbedingung Genüge leisten zu können.

§ 20.

Die Aenderungsgeschwindigkeit des nicht trigonometrischen Faktors.

Wenn Ordinaten bezw. Achsenabstände auf convexer Curvenseite sich befinden, so ist ihre Aenderungsgeschwindigkeit größer, als wenn sie auf concaver liegen; desgleichen ist sie größer, wenn Ordinaten bezw. Achsenabstände mit den Krümmungshalbmessern entgegengesetzte, als wenn sie mit ihnen gleiche Aenderungsrichtung haben. Auf concaver Curvenseite befindliche Ordinaten oder Achsenabstände ändern sich daher bei gleicher Aenderungsrichtung mit den Krümmungshalbmessern so langsam als möglich, auf convexer Curvenseite gelegene bei entgegengesetzter Aenderungsrichtung mit den Krümmungshalbmessern so schnell als möglich, dagegen bei gleicher Aenderungsrichtung mit den Krümmungshalbmessern, wenn sie auf convexer, oder bei entgegengesetzter Aenderungsrichtung, wenn sie auf concaver Curvenseite liegen, weder in schnellster noch in langsamster Weise. Von der größeren oder

kleineren Aenderungsgeschwindigkeit der Ordinaten bezw. der Achsenabstände hängt aber nicht nur die größere oder kleinere Aenderungsgeschwindigkeit des nicht trigonometrischen Faktors und Produktes ab, sondern auch die absolute Größe des zwischen gegebenen Grenzen liegenden Integrals.

Zur Erlangung nicht bloß relativ, sondern absolut größter und kleinster Integrale muß daher, wo beide Faktoren des Produktes gleiche Aenderungsrichtung besitzen, außer dem trigonometrischen Faktor auch noch der nicht trigonometrische und mit ihm die Ordinate sich mit größter Geschwindigkeit ändern, wogegen, wenn die Faktoren von entgegengesetzter Aenderungsrichtung sind, der nicht trigonometrische Faktor und mit ihm die Ordinate beide sich so langsam als möglich zu ändern haben.

Ob und wo absolut größte und absolut kleinste Integrale auf Grund größter und kleinster Aenderungsgeschwindigkeiten der Ordinaten oder Achsenabstände möglich sind, das hängt, wie die nachfolgenden Beispiele erkennen lassen, von den jedesmaligen Nebenumständen der Aufgabe ab. Werden nämlich die in § 10 bildlich dargestellten Achsenabstände in genannter Hinsicht geprüft, so ergiebt sich Folgendes:

Nicht nur bei kleinstem Widerstande w, dessen Faktoren von entgegengesetzter Aenderungsrichtung, sondern auch bei größtem Antriebe a, dessen Faktoren von gleicher Aenderungsrichtung sind und welche beide sich natürlicher Flächenachse erfreuen, ändern sich, wie es für absolut kleinste und absolut größte Integrale erforderlich ist, d. i. unter Erfüllung der die Curvenseite wie die Krümmungshalbmesser betreffenden Bedingungen, die Achsenabstände im ersten Falle mit kleinster, im zweiten Falle mit größter Geschwindigkeit, was nothwendigerweise beste Lage für die Flächenachse voraussetzt. Damit erst wäre der bis jetzt noch ausständig gewesene strenge Beweis erbracht, daß die natürliche Flächenachse der Kleinheit des Widerstandes und Größe des Antriebes günstiger wie die künstliche ist.

Bei kleinem Widerstande w' und großem Antriebe A', die sich durch beste Bewegungsrichtung, aber nicht beste Mediumlage und Flächenachse kenntlich machen, ist wohl die Aenderungsrichtung der Achsenabstände gegenüber jener der Krümmungshalbmesser,

nicht aber die Curvenseite der Achsenabstände, die beste, so daß letztere weder mit absolut größter noch mit absolut kleinster Geschwindigkeit sich ändern, somit nur zu beziehungsweise nicht absolut kleinsten und größten Integralen führen.

Bei größtem Widerstande W und kleinstem Antriebe a, für die weder Bewegungsrichtung noch Mediumlage und Flächenachse die besten sind, ändern sich die Achsenabstände beim Widerstande statt mit absolut kleinster mit absolut größter, beim Antriebe statt mit absolut größter mit absolut kleinster Geschwindigkeit.

Bei großem Widerstande W' und kleinem Antriebe a', die beide zu nicht bester Bewegungsrichtung, jedoch bester Mediumlage und Flächenachse gehören, befinden sich die Achsenabstände wohl auf der besten Curvenseite, doch ist das Verhalten ihrer Aenderungsrichtung zu jener der Krümmungshalbmesser nicht das beste, so daß hier so wenig wie bei kleinem Widerstande w' und großem Antriebe A' von größter oder kleinster Aenderungsgeschwindigkeit der Achsenabstände, also auch nicht von absolut größten und absolut kleinsten Integralen die Rede sein.

Dritter Abschnitt.

Berechnung und Interpretation der Curve kleinsten Widerstandes und größten Antriebes.

§ 21.

Die Gleichungen der Curve.

Um die in § 8 angegebenen Formeln für Widerstand und Antrieb mit den Annahmen des § 14 in Uebereinstimmung zu bringen, muß nicht nur jede der dort mit P oder p bezeichneten Tangenten zwischen 0 und ∞ gelegene Werthe, sondern auch der Achsenabstand s—y und s—x für Antrieb dieselbe Bezeichnung y und x wie für Widerstand, endlich P mit dem ersten Faktor und Produkte gleiche, p entgegengesetzte Aenderungsrichtung erhalten. In Folge dessen bleiben zum Gebrauche für das Variationsverfahren nur die folgenden Ausdrücke übrig.

$$y\,\frac{1}{1+P^2},\; y\,\frac{P^2}{1+P^2},\; x\,\frac{p^3}{1+p^2} \text{ und } x\,\frac{p}{1+p^2}.$$

Erst nachdem die gesucht beste Beziehung zwischen den veränderlichen Tangenten und Ordinaten gefunden und dann in genannten Formeln substituirt sein wird, kann und muß zum Behufe des Integrirens auf die ursprünglichen Formeln des § 8 in der Art zurückgegangen werden, daß, so oft Antrieb statt Widerstand berechnet werden soll, $s-y$ statt y und $s-x$ statt x gesetzt, ferner sobald kleiner Widerstand und großer Antrieb verlangt wird, P immer größere und p immer kleinere Werthe wie 1, dagegen wenn großer Widerstand und kleiner Antrieb verlangt wird, umgekehrt P kleinere und p größere Werthe wie 1 erhalten muß. In dieser Weise können und müssen die sämmtlichen Gebrauchsverschiedenheiten, auf welche die Variationsrechnung ihrerseits nicht einzugehen vermag, nach Beendigung derselben nachträglich ihre geeignete Berücksichtigung finden.

Weil in den beiden ersten der genannten 4 Ausdrücke die mit P bezeichneten Tangenten mit dem ersten Faktor und Produkte gleiche Aenderungsrichtung besitzen, so ist für sie die erste Bedingungsgleichung $F(y)\frac{d\,f(P)}{dP} = \pm 1$ zu gebrauchen, wogegen für die beiden anderen Ausdrücke, da ihre Tangenten p mit dem ersten Faktor und Produkte von entgegengesetzter Aenderungsrichtung sind, der zweiten Bedingungsgleichung $F(x)\left(f(p-p)\frac{df(p)}{dp}\right) = \pm 1$ sich zu bedienen ist. Wir setzen indessen, in Ansehung, daß die Differenzialien sämmtlicher Ausdrücke den Faktor 2 erhalten, ± 2 an Stelle von ± 1, was auf die gesuchte Curvengestalt ohne Einfluß ist.

Die ersten zwei Ausdrücke ergeben

$$\frac{y}{dP}\, d\,\frac{1}{1+P^2} = -\frac{2Py}{(1+P^2)^2} = -2;$$

$$\frac{y}{dP}\, d\,\frac{P^2}{1+P^2} = \frac{2Py}{(1+P^2)^2} = 2,$$

woraus in beiden Fällen

$$y = \frac{(1+P^2)^2}{P} = P^3 + 2P + \frac{1}{P}.$$

Die beiden anderen Ausdrücke ergeben

$$x\left(\frac{p^3}{1+p^2} - \frac{p}{dp}\, d\,\frac{p^3}{1+p^2}\right) = -\frac{2p^3x}{(1+p^2)^2} = -2;$$

$$x\left(\frac{p}{1+p^2}-\frac{p}{dp}\,d\,\frac{p}{1+p^2}\right)-\frac{2p^3x}{1+p^2}=2,$$

woraus in beiden Fällen

$$x=\frac{(1+p^2)^2}{p^3}.$$

In der Gleichung $y=\frac{(1+P^2)^2}{P}$, zu welcher die beiden ersten Ausdrücke führten, ist y, dagegen in der zuletzt gefundenen Gleichung $x=\frac{(1+p^2)^2}{p^3}$ ist x die für die Tangenten maßgebende Ordinate, wovon erstere auf concaver, letztere auf convexer Curvenseite liegt. Um jedoch in beiden Fällen das gleiche Coordinatensystem zu erhalten, setzen wir in der letzteren Gleichung y statt x und $\frac{1}{P}$ statt p, wodurch sie mit der ersten Gleichung identisch wird. Es zeigt sich somit, daß, wie vorauszusehen war, alle 4 Ausdrücke zur selben Curve führen.

Durch Substitution des für y gefundenen Ausdruckes $\frac{(1+P^2)^2}{P}$ in $\frac{dw}{dy}=y\,\frac{1}{1+P^2}$ wird $\frac{dw}{dy}=P+\frac{1}{P}$, welches für $P=1$ seinen constant kleinsten Werth erhält, daher, den Ausführungen des § 1 zufolge, der zu $P=1$ gehörige Curvenpunkt Grenz- und Theilungspunkt für die Curve zu sein hat, was auch, ohne die Curvengleichung gekannt zu haben, aus den Untersuchungen des ersten Abschnittes bereits bekannt war. Weil ferner für den zu $P=1$ und $x=0$ gehörigen Grenz- und Theilungspunkt die Ordinate y den nicht Null seienden Werth 4 erhält, so findet, was schon der § 9 behauptet hat, daß nämlich y nicht Null werden dürfe und demgemäß die Erzeugende eine unter 45° geradlinig gebrochene Curve sein müsse, bei gefundener Curve gleichfalls Bestätigung.

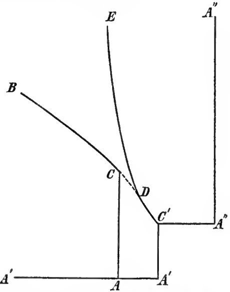
Die Abscissengleichung wird durch Integration der differenzirten und dann mit P multiplizirten Ordinatengleichung erhalten, nämlich durch Integration von $P\,dy=dx=\left(3P^3+2P-\frac{1}{P}\right)dP$. Weil aber der Nullpunkt der Abscissen nach gefundener Curve da anzunehmen ist, wo $P=1$, so erhält man als Abscissengleichung

$$x={}^3/_4\,P^4+P^2-\log\text{ nat. }P-{}^7/_4.$$

§ 22.

Construktion und Theilung der Curve.

Um mit Hilfe der getrennten Ordinaten- nnd Abscissengleichung die betreffende Curve zu construiren, geben wir den Ordinaten zu beiden Seiten des zu $P = 1$ und $x = o$ gehörigen Anfangspunktes die unverändert gleiche Richtung, was indessen nicht hindern darf, nach erfolgter Construktion, dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechend, für den einen Theil ein anderes Coordinatensystem wie für den anderen zu wählen.



Wir nehmen den vierten Theil der dem $P = 1$ zukommenden Ordinate $AC = 4$ zur Einheit für Abscissen und Ordinaten, A zum Anfangspunkte der in A'A' gelegenen, nach links positiven, nach rechts negativen Abscissen, wonach die links des Anfangspunktes befindlichen Coordinaten zu $P > 1$, die rechts gelegenen zu $P < 1$ gehören sollen. Die Endpunkte der in solcher Weise unter Benutzung beider Gleichungen entstandenen Ordinaten liegen innerhalb der Curve BCDE, welches genau dieselbe ist, die als Newtonsche Curve kleinsten Widerstandes längst bekannt ist.

Aus den bildlichen Darstellungen des § 10 ist ersichtlich, daß es auf die Begrenzung des krummlinigen Theiles der Erzeugenden, somit auch auf dessen Eintheilung ohne Einfluß ist, ob um die eine oder um die andere jener 8 Gebrauchsarten es sich handelt, so zwar, daß, sobald die gesuchte Eintheilung für kleinsten Widerstand w gefunden worden, dieselbe Anwendung auch auf alle übrigen Arten sowohl des Widerstandes als Antriebes finden muß. Kleinster Widerstand w verlangt bekanntlich Bewegung in Richtung der größeren der den Curvenelementen zukommenden Componenten, in deren Richtung dann auch Abscissenlinie und Flächenachse, welche beide sich zu decken haben, liegen müssen. Ferner verlangt kleinster Widerstand w auf convexer Curvenseite gelegenes Medium und auf concaver Seite befindliche Coordinaten, Flächenachse und Achsenabstände. Es entspricht der Curventheil CB nicht bloß den sämmtlich hier genannten Anforderungen, sondern auch noch der, daß, weil das Widerstandselement zugleich mit der Ordinate wächst, nicht zugleich mit seinem trigonometrischen Faktor abnimmt, die Aenderungsgeschwindigkeit des nicht trigonometrischen Faktors die größere ist.

Weil die größeren Componenten, in deren Richtung die Bewegung zu erfolgen hat, für die Curventheile CD und DE rechte Winkel mit jenen des Curventheiles CB bilden, so müssen zur Erzielung kleinsten Widerstandes w die Curventheile CD und DE nicht nur in Richtung von AC statt A'A' bewegt werden, sondern es haben auch Abscissenlinie und Flächenachse die Richtung von AC, wenn auch nicht dessen Lage zu erhalten. Da bei kleinstem Widerstande w ebenso wie für CB so auch für CD und DE das Medium auf convexer Curvenseite zu liegen hat, so müßte CD nach aufwärts und DE nach abwärts bewegt werden, wodurch beide nicht bloß von dem in Richtung der A' A' bewegten Curventheile CB, sondern auch von einander sich trennen würden. Auch müßte, weil Coordinaten, Flächenachse und Achsenabstände auf entgegengesetzter Curvenseite wie das Medium, d. i. auf concaver Curvenseite liegen müssen, DE andere Abscissenlinie und Flächenachse wie CD erhalten.

Vermieden wird entgegengesetzte Bewegungsrichtung für CD und DE und daraus folgende Trennung beider Curventheile, desgleichen verschiedene Lage der Coordinaten und Flächenachse des einen Curventheiles von jenen des anderen, sobald CD um seinen

Punkt D im Winkel von 180° nach DC' gedreht wird. In Folge solcher Drehung verschwindet die Spitze D und das in ihr gewesene Minimum der Ordinaten, ebenso die vorher daselbst stattgehabte Wendung aus Concavität in Convexität, so daß der aus beiden Theilen ED und DE zusammengesetzt neue Curventheil C'DE zur Erzielung kleinsten Widerstandes nunmehr in seiner ganzen Ausdehnung dieselbe Bewegungsrichtung, dieselbe Flächenachse, gleiche Abscissenlinie und gleiche Mediumlage beansprucht. Würde CD nicht gedreht, vielmehr in Vereinigung mit BC gelassen und dann in jeder Beziehung wie dieses behandelt, so würde im Theile CD bei abnehmendem y der Widerstand $\frac{dw}{dy} = y \frac{1}{1 + P^2}$ zunehmen, sohin der trigonometrische Faktor ungehörigerweise mit größerer Geschwindigkeit wie der nicht trigonometrische sich ändern, auch würden überdies noch große statt kleine Widerstände erzielt. Durch Drehung nach DC resp. Umkehr der Aenderungsrichtung des nicht trigonometrischen Faktors gelangen die früheren Achsenabstände aus concaver auf convexe Curvenseite und ändern sich dadurch schneller wie vorher. Die Umkehr der Aenderungsrichtung des trigonometrischen Faktors durch Drehung der Bewegungsrichtung im rechten Winkel wird ebenfalls noch erforderlich, um kleinen statt großen Widerstand zu erhalten, so daß durch Umkehr der Aenderungsrichtung beider Faktoren, wie § 15 es in Aussicht stellte, alle Mißstände beseitigt sind.

Für den zur Abscissenlinie und Flächenachse A'A' gehörigen Curventheil BC ist AC = 4 kleinste Ordinate und kleinster Achsenabstand, mithin auch geradliniger Theil der Gebrochenen, dagegen ist für den zusammengesetzten Curventheil C'DE, bevor er auf im rechten Winkel gedrehte Abscissenlinie und Flächenachse bezogen wird, A'C', dessen Werth sich zu 2,16 berechnet, kleinster Achsenabstand, somit auch geradliniger Theil der Gebrochenen. Sobald jedoch, wie dies erforderlich ist, Bewegungsrichtung, Abscissenlinie und Flächenachse des Curventheiles nachträglich im rechten Winkel gedreht werden, erhält der in seiner Größe sich gleichbleibend kleinste Achsenabstand AC = 2,16 im rechten Winkel gedrehte Lage A" C', wodurch Flächenachse und Abscissenlinie die Lage A" A" annehmen.

Während die Gebrochene ACB alle an kleinsten Widerstand w zu stellenden Anforderungen ausnahmslos und ohne jede Ein-

schränkung erfüllt, verhält es sich mit der Gebrochenen A″C′DE etwas anders, ihr haftet nämlich in Folge ihrer Zusammensetzung aus DE und DC′ der Mangel an, daß sie im mittleren Punkte D ein Minimum des Krümmungshalbmessers besitzt, was gegen die Anforderungen des § 1 verstößt. Stärkste Krümmung in Mitte statt an einem der Grenzpunkte deutet in diesem Falle auf den Nebenzweck, mittelst thunlichst vermehrter Krümmung der Erzeugenden möglichst großen Raum mit der erzeugten Fläche einzuschließen. Wo von solcher Nebenbedingung abgesehen, nach absolut kleinstem Widerstande gefragt wird, da muß sich der Gebrochenen ACB bedient werden, wenn jedoch nach beziehungsweis kleinstem Widerstande von einer zu größt eingeschlossenem Raum gehörigen Fläche gefragt wird, so hat, wie sich für Spitzgeschosse vielleicht empfehlen könnte, die Gebrochene A″C′DE in Anwendung zu kommen.

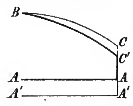
Da für größten Antrieb, nicht wie für kleinsten Widerstand, das Medium auf convexer und der eingeschlossene Raum sich auf concaver Curvenseite befindet, so wird eine stärker gekrümmte Curve bei ihm kleineren statt größeren Raum einschließen, was niemals begehrenswerth sein kann, daher für Antrieb immer nur die Gebrochene ACB, nicht aber A″C′DE in Anwendung zu kommen hat.

§ 23.

Einfluß des Reibungswiderstandes auf die best Erzeugende.

Unter Reibungswiderstand verstehen wir alles, was in zur Curve und Fläche tangentialer, resp. in zum berechneten Druckwiderstand neutraler Richtung, verzögernd auf die Vorwärtsbewegung einwirkt, sohin überhaupt alles, mag es Ursache und Namen haben, welche es will, was, obwohl den Widerstand mehrend, doch außer dem Bereiche der bisherigen Rechnung liegt. Der veränderliche Faktor aller Widerstand verursacheud tangirenden Kräfte kann auch nur von der Größe der tangirt werdenden Curve und Fläche, nicht von der in das qualitative Gebiet der Variationsrechnung fallenden Gestalt und Gleichung der Erzeugenden abhängig sein. Weil nun, je kleiner bei gegebenem Werthe ihrer Veränderlichen eine Curve oder Fläche ist, um so kleiner auch ihr Reibungswiderstand wird, so muß die unter Mitberücksichtigung des Reibungswiderstandes sich ergebend best Erzeugende für kleinsten Widerstand

kürzer sein als die unter Nichtbeachtung desselben gefundene. Die hier in Betracht kommende Verkürzung darf jedoch ebensowenig das allgemeine Erforderniß geradlinigen Gebrochenseins unter einem Winkel von 45° als die durch Variationsrechnung zu findende Curvengattung alteriren. Um aber dieses wie alles Wesentliche festhalten zu können, bleibt zur angemessenen Verkürzung der Erzeugenden kein anderes Mittel als parallele Verschiebung der Abscissenlinie und Curvenachse aus der Flächenachse, von welcher Verschiebung in so lange, als von Reibungswiderstand noch nicht die Rede war, bisher Umgang genommen wurde. Das Nähere giebt die folgende Figur.



Wir nehmen an, für die gegebenen Grenzpunkte A und B sei die Gebrochene ACB, für andere Grenzpunkte A' und B die Gebrochene A'C'B die vom Einflusse des Reibungswiderstandes absehend best Erzeugende, dann ist AC'B kürzer wie ACB und verbindet die gegebenen Grenzpunkte A und B mittelst einer zur selben allgemeinen Curvengestalt und Gleichung und obwohl zur selben Flächenachse AA doch zu anderer Abscissenlinie und Curvenachse gehörig Gebrochenen. Wie weit in jedem einzelnen Falle die Abscissenlinie von der Flächenachse abstehen müsse, um kleinsten Widerstand zu erhalten, kann nicht berechnet, sondern nur auf empirischem Wege ermittelt werden.

Werden für Achsenlängen, welche das 4, 5, 6, 7, 8fache des gegeben größten Achsenabstandes betragen, die entsprechend geradlinigen Theile der gebrochen Newtonschen Curve berechnet, so findet man, wie die Tabelle des nächsten Paragraphen ersehen läßt, die Werthe 0,023 — 0,012 — 0,0073 — 0,0047 — 0,0032, woraus zu erkennen ist, daß bei nur einigermaßen großem Verhältnisse der größten Achsenlänge zum größten Achsenabstande, — und groß muß dieses Verhältniß sein, um möglichst kleinen Widerstand erhalten zu können, — der geradlinige Theil der Gebrochenen so ausnehmend klein wird, daß die mit Rücksicht auf den Reibungswiderstand sich ergebend weitere Verkleinerung in so enge Grenzen fällt, daß für praktische Zwecke in den meisten Fällen sie als ganz unerheblich erscheinen wird. Es tritt hiermit einestheils schon jetzt deutlich hervor, wie es ungerechtfertigt war, wegen ungenauer

Kenntniß der Gesetze des Widerstandes die Newtonsche Curve fallen zu lassen. Zum anderen Theil wird auch noch § 32 auf den gleichen Gegenstand, jedoch mit anderen Gründen zurückkommen.

§ 24.

Tabelle zur erleichterten Construktion der Gebrochenen kleinsten Widerstandes.

Unter Ausschluß der Bedingungsweise nur zu kleinstem Widerstande führend Gebrochene A″C′DE des § 22 beschränken wir die nachfolgenden Angaben auf die Gebrochene ACB von absolut kleinstem Widerstande, bemerken jedoch, daß dieselben Anwendung auch auf die Gebrochene größten Antriebes unter der Voraussetzung finden, daß dem geradlinigen Theile AC die Lage A′B gegeben wird.

AD	AC	BD:AC	tg φ	AD	AC	BD:AC	tg φ
0,5	0,6004	1,6667	1,4531	6,4	0,00608	164,48	8,6181
1	0,3509	2,8499	1,9168	6,6	0,00557	179,53	8,8819
1,5	0,2037	4,9092	2,4307	6,8	0,00511	195,70	9,1459
2	0,1209	8,2713	2,9918	7	0,00469	213,22	9,4100
2,5	0,0746	13,405	3,5873	7,2	0,00433	230,94	9,6743
3	0,0482	20,747	4,2052	7,4	0,00399	250,63	9,9388
3,5	0,0325	30,770	4,8376	7,6	0,00369	271,00	10,203
4	0,0228	43,860	5,4792	7,8	0,00342	292,40	10,468
4,2	0,0199	50,252	5,7377	8	0,00318	314,46	10,733
4,4	0,0176	56,819	5,9970	8,2	0,00296	337,84	10,998
4,6	0,0155	64,517	6,2571	8,4	0,00276	362,32	11,263
4,8	0,0138	72,464	6,5177	8,6	0,00257	389,11	11,528
5	0,0123	81,300	6,7790	8,8	0,00240	416,67	11,793
5,2	0,0110	90,910	7,0407	9	0,00225	444,45	12,058
5,4	0,0099	101,01	7,3028	9,2	0,00211	473,94	12,324
5,6	0,00892	112,11	7,5652	9,4	0,00198	505,05	12,589
5,8	0,00807	123,92	7,8280	9,6	0,00186	537,64	12,854
6	0,00733	136,43	8,0911	9,8	0,00175	571,43	13,120
6,2	0,00667	149,92	8,3545	10	0,00165	606,07	13,385

Wegen der sehr geringen Krümmung von BC wird es für praktische Zwecke im Allgemeinen genügen, wenn neben dem in den Rubriken 1 und 2 angegebenen Verhältnisse, in welchem der größte Achsenabstand $BD = 1$ zu AD und AC steht, nichts Anderes mehr als die in der Rubrik 4 angegebene Tangente des zum letzten Punkte B gehörigen Winkels φ gekannt ist. Sollten jedoch beliebige Zwischenpunkte noch construirt werden wollen, so ist sich der Rubrik 3 zu bedienen.

Vierter Abschnitt.

Die Verwerthung der Newtonsche Curve für das Vordertheil und Hintertheil von Schiffen.

§ 25.

Haupttheile der Schiffe, deren Aufgabe und Begrenzungsflächen.

Wir unterscheiden an Schiffen drei Haupttheile, Mittelschiff, Vordertheil und Hintertheil, von welchen allen die vom Wasser bespült äußeren Flächen allein nur in Betracht gezogen werden. Mittelschiff ist derjenige Haupttheil, welchem in ganzer Länge der unverändert größte Querschnitt des Schiffes zukommt, Vordertheil derjenige, in welchem der größte Querschnitt des Schiffes nach vorne, und Hintertheil der, in welchem er nach hinten allmälig abnimmt. Jedem dieser drei Haupttheile fällt eine andere Aufgabe zu, die er nur dann in bester Weise zu erfüllen vermag, wenn er mit ihr allein sich beschäftigt, ohne an den Aufgaben der anderen Schiffstheile sich mit zu betheiligen.

Die erste und wichtigste, obgleich leichteste dieser Aufgaben hat das Mittelschiff zu erfüllen, indem es für größt mögliches Trag- und Fassungsvermögen in einer Weise Sorge zu tragen hat, daß seine vom Wasser bespülten, nur der Reibung, nicht dem Druckwiderstande oder Antriebe ausgesetzten Seitenflächen für gegebenes Fassungsvermögen möglichst klein werden. Vordertheil und Hintertheil haben durch die Gestaltung ihrer im Wasser liegend äußeren Flächen die Schnelligkeit des durch beliebige Kraft vor-

wärts bewegten Schiffes möglichst zu begünstigen. Das Vordertheil entledigt sich dieser Aufgabe durch möglichste Verkleinerung des Widerstandes, das Hintertheil durch möglichste Vergrößerung des Antriebes. So wenig das Mittelschiff um Kleinheit des Widerstandes und um Größe des Antriebes sich zu kümmern hat, so auch Vorder- und Hintertheil nicht um die Größe des Trag- und Fassungsvermögens, ebensowenig geht das Vordertheil die Größe des Antriebes und das Hintertheil die Kleinheit des Widerstandes etwas an.

In Ansehung dessen darf das Mittelschiff nur durch Ebenen, das Vordertheil nur allein von Flächen kleinsten Widerstandes begrenzt sein, und zwar, in so weit es angeht, von durch die Newtonsche Curve erzeugten mit veränderlichen Flächenelementen, und nur in so weit dies nicht möglich ist, von Ebenen kleinsten Widerstandes mit constanten Flächenelementen. Das Hintertheil verlangt, wie dies aus den in § 10 dargestellten Flächen des Antriebes sich entnehmen läßt, an hinterster Stelle eine Ebene, die, obgleich sie selber so wenig Antrieb wie Reibung oder Druckwiderstand erleidet, doch ihrerseits zur Vergrößerung des Antriebes der Seitenflächen beiträgt. Seine übrigen Flächen haben, so weit es möglich, Newtonsche Flächen größten Antriebes mit veränderlichen Elementen, außerdem ebene Flächen größten Antriebes mit constanten Elementen zu sein.

§ 26.

Grundsätzliches für den größten Querschnitt und die Construktion des Vorder- und Hintertheils.

Dem unter Wasser gelegenen Theile des größten Querschnittes geben wir sowohl der größeren Einfachheit wegen, als weil dadurch der innere Schiffsraum am besten verwerthbar wird, die Rechtecksform. Damit nun für jede beliebige Größe des dem Mittelschiffe zukommenden Trag- und Fassungsvermögens seine vom Wasser bespülten drei Flächen zugleich mit ihrem Reibungswiderstande so klein als möglich werden, muß die Summe der drei vom Wasser bespülten Begrenzungslinien des Querschnittes bei gegebenem Inhalte des Rechteckes Minimum, und demgemäß die Breite des Rechteckes seiner doppelten Tiefe gleich sein. Wenn aber, wie anzunehmen, mit seiner Tiefe unter der Wasseroberfläche auch der

Widerstand eines Flächenelementes wächst, so erfordert ein Minimum der Reibung noch größere Breite. Da jedoch die betreffend beste Breite alsdann immer nur auf praktischem Wege ermittelt werden kann, so soll, von größerer Breite zunächst absehend, nachfolgend dieselbe gleich der doppelten Tiefe angenommen werden. Die aus genannter Gestalt des größten Querschnitts sich ergebenden Folgerungen sind indessen alle derart, daß sie leicht sich jeder anderen Gestalt und Breite des Querschnittes anpassen lassen.

Je größer bei gegeben größtem Querschnitte die Länge des Mittelschiffes, um so größer ist sein Trag- und Fassungsvermögen, und je größer bei gegeben größtem Querschnitte die Länge des Vorder- und Hintertheiles, um so kleiner ist der Widerstand und größer der Antrieb. In Ansehung dessen wird, wenn außer größtem Querschnitte auch noch die ganze Schiffslänge gegeben ist, demjenigen Vorder- und Hintertheile der Vorzug vor allen übrigen gegeben werden müssen, welches, zu einer bestimmten Größe des Widerstandes und Antriebes der geringsten Länge bedürfend, dem Schiffe größtes Trag- und Fassungsvermögen sichert und dann auch bei gegebenem Trag- und Fassungsvermögen, d. i. gegebener Länge aller Schiffstheile kleinstem Widerstande und größtem Antriebe ausgesetzt sein wird.

Auf Grund dessen werden wir zur Feststellung der besten Gestalt für den unter Wasser befindlichen Theil des Vorder- und Hinterschiffes in folgender Weise verfahren. Ein rechtwinkliger Querschnitt von doppelter Breite wie Tiefe soll mittelst ebener Flächen, welche dem § 13 zufolge unter Umständen wirklich Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes sein können, in solcher Weise verjüngt werden, daß zu jeder beliebigen Größe des Widerstandes und Antriebes kleinst mögliche Länge des Vorder- und Hintertheiles erforderlich wird. Wenn dies geschehen, sollen diese ebenen Flächen nur dort beibehalten werden, wo ihre Elemente constant sind, und deshalb wirklich als Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes sich darstellen, wogegen überall, wo die Flächenelemente veränderlich sind, die genannt ebenen Flächen daher die Eigenschaft eines Größten oder Kleinsten nicht besitzen, sie durch Newtonsche Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes, welche bekanntlich alle veränderliche Elemente besitzen, ersetzt werden sollen.

§ 27.

Das Vordertheil im Besonderen.

Zieht man eine zunächst nur an den Breitseiten des größten Querschnittes mittelst ebener Seitenflächen ausgeführt keilförmige Verjüngung in Betracht, so unterliegt es keinem Zweifel, daß bei gegebener Länge des Keiles kleinster Widerstand erreicht, und folglich auch bei gegebener Größe des Widerstandes geringste Länge des Keiles beansprucht wird, wenn beide Seitenflächen unter gleichem Winkel geneigt sind und demnach vorne in zu den Breitseiten paralleler und mit ihnen gleich großer Schneide auslaufen.

Um nachträglich aufzufinden, in welcher Weise die an den Schmalseiten gelegenen Ebenen geneigt sein müssen, damit auch sie zur Erlangung kleinsten Widerstandes das ihrige beitragen, bezeichnen wir die halbe Schmalseite des die Grundfläche des Keiles bildend größten Querschnittes mit 1, die Breitseite, die dann eigentlich 4 wäre, der größeren Allgemeinheit wegen mit b, die Höhe oder Länge des Keiles mit h, endlich dasjenige mit x, um was die mit der Breitseite b gleich lange Schneide an jedem ihrer Enden zu verkürzen ist, damit die Summe des den vier Seitenflächen zukommenden Widerstandes ein kleinster wird. Auf Grund dieser Annahmen hat Minimum zu werden

$$w = (b - x) \frac{1}{1 + h^2} + \frac{x}{x^2 + h^2}.$$

Das Differenziale dieses Ausdruckes wird Null, wenn $2 x^2 = \sqrt{g h^2 + 10 h^2 + 1} - (3 h^2 + 1)$. Aus dieser Gleichung berechnet sich der Werth von x wie folgt:

für $h = 1$ ist $x = 0{,}4859$;
„ $h = 2$ „ $x = 0{,}5477$;
„ $h = 3$ „ $x = 0{,}5639$;
„ $h = 4$ „ $x = 0{,}5696$;
„ $h = 5$ „ $x = 0{,}5723$;
„ $h = 6$ „ $x = 0{,}5739$;
„ $h = 10$ „ $x = 0{,}5761$;
„ $h = 20$ „ $x = 0{,}5771$.

Es ist hieraus erkenntlich, daß für diejenigen Werthe von h, welche beim Schiffbau Anwendung finden zu können Aussicht haben, das x sehr annähernd zu 0,57 angenommen werden darf.

Den in angegebener Weise mittelst vier schiefer Ebenen verjüngten Körper theilen wir durch zwei zum Querschnitte senkrechte und zu deren Schmalseiten parallele Ebenen, wovon jede durch einen der Endpunkte der vordersten Schneide geht, in drei Theile. Die Elemente der schiefen Seitenflächen des mittleren dieser drei Theile sind constant, die der äußeren Theile veränderlich, weshalb zur Erzielung kleinsten Widerstandes die ersteren Ebenen zu bleiben haben, indeß die letztere durch Newtonsche Flächen kleinsten Widerstandes, nämlich durch solche, welche in der Bewegungsrichtung gelegen natürliche Flächenachse und auf convexer Flächenseite befindliches Medium haben, ersetzt werden müssen.

In Anwendung auf Schiffe müßte die Grundfläche besagten Körpers nicht bloß senkrechte Lage zur Wasseroberfläche haben, sondern zudem mit einer ihrer Breitseiten innerhalb der Wasseroberfläche liegen. Solche Gestalt und Lage des unter Wasser befindlichen Theiles vom Vorderschiff würde dem ober Wasser befindlich anderen Theile des letzteren jedwede Basis entziehen, und bestünde außerdem ein weiterer Nachtheil noch darin, daß bei der Vorwärtsbewegung des Schiffes das Wasser auf der oberen Keilfläche nach aufwärts getrieben würde, um dann sich vor dem über Wasser befindlichen Theile des Mittelschiffes anzustauen und dadurch Widerstand zu erzeugen. Obgleich ein von allen vier Seiten verjüngtes Vordertheil im Vergleich zu einem von der oberen Seite nicht verjüngten zu gleich großem Widerstande nur halber Länge bedarf und bei gleicher Länge nicht halb so großen Widerstand erleidet, so sind doch die eben genannten Nachtheile vierseitiger Verjüngung so groß, daß nur, wenn es gelingen sollte, sie zu beseitigen, ohne die genannten Vortheile aufzugeben, dieselbe mit Recht noch weiter in Betracht gezogen werden kann.

Diesen Doppelzweck wird ein zwischen die beiden ober und unter Wasser gelegenen Haupttheile des Vorderschiffes einzuschiebender Verbindungs- oder Nebentheil von nachbenannter Gestalt erfüllen. Um die Verbindung des unter Wasser befindlichen Haupttheiles mit der Wasseroberfläche und dadurch auch mit dem oberhalb befindlichen Haupttheile, diesem eine solide Basis gebend, in angemessener Weise herzustellen, muß der in Rede stehende Nebentheil von unten durch die obere Keilfläche, von oben durch die Wasseroberfläche derart von zwei sich schneidenden Ebenen begrenzt sein, daß er hinten eine in der oberen Breitseite des größten

Querschnittes und in Höhe der Wasseroberfläche gelegen geradlinige Schneide erhält. Um ferner das von vorne andrängende Wasser in einer so wenig als möglich Widerstand verursachenden Weise seitlich abzulenken, muß genannter Nebentheil vorne in einer solchen zur Wasseroberfläche senkrechten Schneide auslaufen, die gebildet ist von zwei congruenten, symmetrisch zusammengestellt Newtonschen Projectionsflächen kleinen Widerstandes w', für welche die in der Wasseroberfläche gelegen rückwärtige Schneide künstliche, zur Bewegungsrichtung senkrechte Flächenachse ist.

Besagter Nebentheil beseitigt nicht bloß die Nachtheile vierseitiger Verjüngung unter Wahrung ihrer Vortheile, sondern wirkt auch dadurch noch günstig, daß er einen großen Theil des außerdem vom Wasser nach abwärts geübten Druckes in Seitendruck verwandelt und so durch Hebung des Vordertheiles den unter Wasser befindlichen Theil seines größten Querschnittes und folglich auch den Widerstand mindert. Zur Erlangung einer möglichst soliden Basis für den ober Wasser befindlichen Theil des Vorderschiffes, wie auch zur größeren Hebung des Schiffes erscheint es angezeigt, den Nebentheil möglichst groß zu machen, d. h. ihm nicht nur die volle Breite des unter ihm liegend mittleren Keiles zu geben, sondern auch seine vordere verticale Schneide die horizontale des unteren Keiles so weit überragen zu lassen, als ohne anderweitige Nachtheile thunlich ist.

Auf Grund dieser Ausführungen hätte der unter Wasser befindliche Theil des Vorderschiffes die Gestalt eines Doppelkeiles zu erhalten, dessen unterer nur von Ebenen gebildeter Keil horizontale Schneide und rechts und links halbpyramidenförmige, von außen convexe Ansätze erhält, wogegen der obere Keil mit verticaler Schneide nach außen concave Seitenflächen und rückwärts gleiche Breite mit dem Keile, ohne Ansätze, auf dem er aufliegt, besitzt. Seine Schneide kann die horizontale des unteren Keiles um etwas überragen.

§ 28.

Das Hintertheil im Besonderen.

Widerstand wird um so kleiner, je kleiner die mit der Bewegungsrichtung gebildeten Winkel der betreffenden Flächen sind, Antrieb um so größer, je mehr die genannten Winkel dem Werthe von 45° sich nähern. Die Menge des dem Vordertheile widerstehenden Wassers ist nur von der Größe seines zur Bewegungs-

richtung senkrecht größten Querschnittes, nicht von der größeren oder geringeren Neigung seiner Seitenflächen abhängig, hingegen die Menge des beim Hintertheile antreibenden Wassers von der Summe der in die Bewegungsrichtung fallenden drei Längenschnitte, so zwar, daß die antreibende Wassermenge und bis zu gewissem Grade auch der Antrieb größer sein wird, wenn der schmalste, zur Wasseroberfläche senkrechte Längenschnitt nicht wie beim Widerstande in einem einzigen Punkte oder Spitze endet. Die Gründe, welche für Verjüngung des Vordertheils von allen vier Seiten sprechen, bestehen somit für das Hintertheil, welches nur von drei Seiten, nämlich von unten, rechts und links, verjüngt werden darf, nicht.

Bedient man sich zur genannt dreiseitigen Verjüngung des Hintertheiles ebener Seitenflächen und berechnet dann mittelst der gewöhnlichen Lehre vom Größten und Kleinsten die zur Erzielung größten Antriebes beste Lage der Ebenen, so findet sich als Erzeugende dieselbe gebrochen gerade Linie, welche Erzeugende für den abgekürzten Kegel kleinsten Widerstandes ist. Die Elemente dieser ebenen Seitenflächen sind veränderlich, daher an Stelle solch ebener Flächen die Newtonsche Fläche größten Antriebes A, die nach außen concav ist und in die Bewegungsrichtung fallende natürliche Flächenachse besitzt, gesetzt werden muß.

Verjüngung des Hintertheils nur von unten und nicht zugleich von oben übt hebende Wirkung auf das sich bewegende Schiff und vermindert dadurch seinen Antrieb, aber gleichzeitig auch den Widerstand des Schiffes. Da aber anzunehmen ist, daß die betreffende Verminderung des Widerstandes der Schnelligkeit des Schiffes zuträglicher ist, als die gleichzeitige Verminderung des Antriebes nachtheilig, so muß auch in dieser Hinsicht eine Verjüngung des Hintertheils, die nur von unten, nicht von oben stattfindet, als vortheilhaft bezeichnet werden.

Als beste Gestalt für den unter Wasser befindlichen Theil des Hinterschiffes ergiebt sich sonach die einer abgekürzten, nach außen concaven Halbpyramide mit drei durch die Newtonsche Curve größten Antriebes erzeugten, vom Wasser bespülten Seitenflächen.

§ 29.

Die Erfüllung von Nebenzwecken.

Obgleich bis dahin Anderes von uns nicht erstrebt wurde, als bei bezw. größtem Trag- und Fassungsvermögen kleinsten

Widerstand und größten Antrieb zu erhalten, so hat das Gefundene doch ungesucht noch manche Nebenvortheile zu Tage treten lassen. Dahin gehört, was folgt:

1) Die gefundene Construction giebt dem Schiffe in Beziehung auf Schwankungen um die Längen- und Querachse größere Stabilität wie bisher, aus welchem Grunde auch das Bedürfniß eines in mancher Hinsicht nachtheiligen Kieles hier in beschränkterem Maße sich geltend machen wird.

2) Der Schwerpunkt des Schiffes erhält sowohl wegen der verhältnißmäßig geringeren Länge des Vordertheils, als auch wegen der unten viel größeren Breite desselben, eine tiefere und zugleich mehr nach vorn geschobene Lage, was außer der Stabilität auch noch einer angemessenen Lastvertheilung im Innern und größerer Wirksamkeit des Steuers förderlich ist.

3) Es wird Vermehrung der Breite des Schiffes bei unverändert bleibender Länge seiner drei Hapttheile zulässig, ohne den schief gestellten Seitenflächen des Vorder- und Hintertheils ungünstigere Neigung geben zu müssen, so zwar, daß in solchem Falle der Widerstand und theilweise auch der Antrieb in nicht anderem Verhältniß wie der Querschnitt und das Trag- und Fassungsvermögen des Mittelschiffes zunehmen, indeß bei bisherigen Schiffsconstructionen jede einseitige Vermehrung der Schiffsbreite den Widerstand in ungleich größerem und dafür den Antrieb in geringerem Maße wie den Querschnitt und das Trag- und Fassungsvermögen vermehrt. Daß aber bei in Rede stehender Schiffsconstruction, unbeschadet günstigst gegenseitiger Beziehung von Widerstand und Antrieb einerseits und Größe des Trag- und Fassungsvermögens andererseits, die Breite des Schiffes einseitig vermehrt werden kann, kommt nicht bloß unter Umständen besserer Ausnutzung des Schiffsinnern und größerer Breite der Segel zu gute, sondern ist auch von hervorragendem Werthe überall, wo der Tiefgang ein beschränkter ist, wie bei Fluß-, Canal- und Küstenschifffahrt.

4) Abgesehen davon, daß die hier projektirten Schiffe bei gleichem Trag- und Fassungsvermögen schneller sind und bei gleicher Schnelligkeit schwerere Lasten zu tragen im Stande sind, wie anders construirte, durch gleich große Kraft in Bewegung gesetzte, so werden sie auch billiger herzustellen sein insofern, als sie zur Umfassung des gleichen Schiffsraumes weniger äußere Wandungen beanspruchen.

Selbst der Bau des Schiffes wird einfacher und leichter zu bewerkstelligen sein, da nicht nur mehr ebene Flächen wie sonst in Anwendung kommen, sondern auch die einzige benutzt werdende Curve nach § 24 sicher und leicht zu construiren ist.

Von den hier genannten, zumeist ungesucht sich ergebenden Nebenvorzügen der in Rede stehend neuen Schiffsconstruction lassen sich einzelne, namentlich die, welche Verminderung der Schwankungen um die Längen- oder Querachse des Schiffes, wie auch vermehrte Wirksamkeit des Steuers betreffen, unbeschadet des Trag- und Fassungsvermögens und bei nur äußerst geringer Schädigung des Widerstandes und des Antriebes, in mehr oder minderem Grade noch dadurch steigern, daß die Newtonschen Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes mit ihren veränderlichen Flächenelementen nach Thunlichkeit durch ebene Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes mit constanten Elementen ersetzt werden. Möglich ist dies unter Anderem, indem man den unteren Theil des Vordertheils unter Wegfall seiner zwei halbpyramidenförmigen Ansätze vorn wie hinten die ganze Schiffsbreite einnehmen läßt. Zu gleichem Behufe kann das Hintertheil anstatt durch Newtonsche Flächen von allen drei Seiten, lediglich durch ebene Flächen, und zwar entweder nur von unten oder auch bloß von rechts und links, verjüngt werden. Auf die concav gekrümmten Seitenflächen des zum Vordertheil gehörig oberen Keiles läßt sich dieses Verfahren nicht ausdehnen, weil hier die von ebenen Flächen immer beansprucht werdend constanten Elemente nicht möglich wären.

Nur in so lange die vom Wasser bespülten Wandungen des Schiffes andere nicht wie ebene oder Newtonsche Flächen kleinsten Widerstandes und größten Antriebes sind, wird bei richtiger Zusammenstellung und angemessener Auswahl dieser Flächen der in Erlangung größter Schnelligkeit bei verhältnißmäßig größtem Trag- und Fassungsvermögen bestehende Hauptzweck erreicht. Alles, was zum Verlassen jener Flächen und ihrer besten Zusammenstellung nöthigen sollte, kommt einem Verlassen des eben genannten Hauptzweckes gleich, der dann anderen, im Allgemeinen nicht so wichtigen Zwecken untergeordnet wird, wonach nicht nur jeder Zusammenhang mit dem Newtonschen Probleme, sondern überhaupt jede mathematisch-wissenschaftliche Behandlung der Sache aufhören müßte.

Die hier unternommene theoretische Lösung der Aufgabe beschäftigte sich nur mit der Qualität der Flächen und der allgemeinen Art ihrer Zusammenstellung, alles Quantitative, d. i. die endliche Feststellung aller vorkommenden Größenverhältnisse, ist Sache des Praktikers. So aufgefaßt, können Theorie und Praxis nicht mit einander in Widerspruch gerathen. Nachdem der schwierigere Theil der Lösung mit Vorstehendem beendet ist, so bleibt nur übrig, daß der Praktiker innerhalb des hier ihm vorgezeichneten Rahmens die Lösung zum Abschlusse bringe.

Nachtrag.

§ 30.

Zwei weitere Verwerthungen der Newtonschen Curve.

Erste Verwerthung.

Wir nehmen an, ein durch rotirende Curve entstandener Hohlraum sei von nach allen Richtungen gleichen Normaldruck ausübendem Gase erfüllt, und stellen die Frage, welches die Erzeugende sein müsse, damit die zur Achse parallele Componente der auf jedes Curven- und Flächenelement geübten Wirkung so groß wie möglich, dagegen die zur Achse senkrechte so klein wie möglich werde. Erhält eine Pulverkammer die hier gesuchte Gestalt, so ist von ihr die für Geschoß und Geschütz vortheilhafteste Kraftzerlegung zu erwarten.

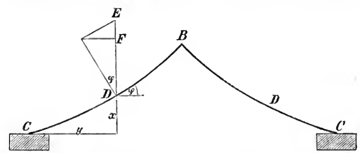
Bezeichnet man wie früher die auf convexer Curvenseite liegenden, in der Rotationsachse anzunehmenden Abscissen mit y, die Ordinaten mit x, ferner den von letzteren mit dem veränderlichen Curvenpunkte gebildeten Winkel mit φ, so hat $\int x \cos\varphi \, dx = \int x \left(\frac{1}{1+p^2}\right)^{\frac{1}{2}} dx$ Größtes zu sein, was nach § 16, gleiche Aenderungsrichtung der beiden ersten Faktoren voraussetzend, nur möglich ist, wenn die Coordinaten, wie angenommen, auf convexer Curvenseite sich befinden.

Die Newtonsche Curve, welche bei entsprechendem Gebrauche den Ausdruck $\int x \frac{1}{1+p^2} dx$ zu einem Größten macht, muß in

Ansehung des in § 17 enthaltenen Schlußsatzes auch $\int x \left(\frac{1}{1+p^2}\right)^{\frac{1}{2}} dx$ zu einem solchen machen, doch unter der Voraussetzung nur, daß, weil es um Größte und nicht um Kleinste sich handelt, sie gleiche Lage zur Rotationsachse erhält, wie bei größtem Antriebe. Wird nach der besten Gestalt von Pulverkammern für Sprengwirkungen gefragt, so haben die zur Rotationsachse senkrechten Componenten größte, dagegen die zu ihr parallelen kleinste zu werden, eine Anforderung, welche seitens der Newtonschen Curve erfüllt wird, wenn sie der Rotationsachse gegenüber die für kleinsten Widerstand w gefundene Lage hat.

Zweite Verwerthung.

Behufs Aufsuchung der besttragenden Curve erzeugen wir mittelst congruenter Curventheile BDC zwei in B zusammen-



stoßende Projektionsflächen mit unter sich gleich großen, zur Curvenebene senkrechten Flächenelementen, lassen jede derselben in C auf in gleicher Höhe gelegen fester Unterlage aufruhen und belasten dann jedes Curven- oder Flächenelement mit dem gleichen Gewicht DE = 1.

Die in den Stützpunkten C ihren Anfang nehmenden horizontalen Abscissen und Hebelarme bezeichnen wir, weil auf convexer Curvenseite befindlich, mit y, die in der Schwerrichtung gelegenen Ordinaten mit x, ferner die Tangente $\frac{dx}{dy}$ des vom veränderlichen Curvenelemente D mit seiner Abscisse gebildeten Winkels φ aus dem Grunde mit P, nicht mit p, weil sie mit y und folglich auch mit dem mechanischen Momente $y \times DF = y \cos^2 \varphi = y \frac{1}{1+P^2}$

gleiche Aenderungsrichtung besitzt. Nachdem der trigonometrische Faktor dieses Produktes bei zunehmendem y abnimmt, sohin, nach y differenzirt, jener Faktor ein negatives Differenziale erhält, so muß $\int y \frac{1}{1+P^2} dy$ wirklich Kleinstes und nicht Größtes werden. Bekanntlich wird dieses Kleinste durch die Newtonsche Curve erhalten, die hier indessen solche Lage haben muß, daß ihr zu 45° gehöriger Punkt B der höchstgelegene ist.

Die nähere Feststellung, ob, wie und unter welchen Bedingungen und Voraussetzungen die soeben gefundene Eigenschaft der Newtonschen Curve vortheilhaft praktische Verwerthung finden könne, überlassen wir den einschlägigen Fachkreisen.

§ 31.

Die Brachystochrone und die Curve von größtablenkender Kraft.

Brachystochrone wird bekanntlich diejenige Curve genannt, auf welcher von gegebenem Punkte aus ein Körper in kürzerer Zeit wie auf jeder anderen Curve zu einem in schiefer Richtung unter ihm gelegenen Punkte von gleichfalls gegebener Lage fällt. Da hier bestimmter Erfolg mit kleinstem Mittel zu erreichen ist, so erscheint es vor Allem angezeigt, sowohl den beabsichtigten Erfolg als die zu dessen Erreichung benöthigten Mittel genau zu präcisiren. Nicht ist die gegebene Lage beider Grenzpunkte der hier erstrebte Erfolg, vielmehr ist dieser in der im Endpunkte erzielten Ablenkung aus der im Anfangspunkte der Curve besessenen Richtung zu erkennen. Man kann übrigens unter einer durch die Curve bewirkten Ablenkung ebensowohl die Größe des spitzen Winkels verstehen, welchen die Tangente des Endpunktes der Curve mit jener ihres Anfangspunktes bildet, als auch diejenige Coordinate des Endpunktes, welche zur Tangente des Anfangspunktes senkrecht ist. Wir unterscheiden deshalb unter den durch Curven zu bewirkenden Ablenkungen durch Winkel zu messende Ablenkungen a von durch gerade Linien zu messenden b.

Das Mittel zur Erzielung dieser Ablenkungen ist die Länge der Curve, daher auch diejenige Curve, welche zu einer gegebenen Größe der Ablenkung der geringsten Länge bedarf, die größtablenkende Kraft besitzt.

Werden bezüglich der Größe ihrer Ablenkungen unter sämmt-

lichen Curven, welche dieselben zwei Grenzpunkte verbinden, dabei aber den allgemeinen Anforderungen des § 1 entsprechen, diejenigen verglichen, welche im gemeinschaftlichen Anfangspunkte einerlei Tangentenrichtung besitzen, so ist die Ablenkung b bei allen die gleiche, nicht so die Ablenkung a, welche bei den längeren Curven im Allgemeinen größer und bei keiner kleiner ist, als bei der mit kleinstem Mittel wirkend kürzesten von größtablenkender Kraft. Von allen dieser kürzesten Curve angehörigen, im gemeinschaftlichen Anfangspunkte beginnenden, jedoch nicht bis zum gemeinsamen Endpunkte reichenden Theilen wird größere Ablenkung a und b erzielt, wie durch gleich großen Theil jeder anderen Curve; desgleichen bedarf die ungetheilt kürzeste Curve von größtablenkender Kraft zu jeder gegebenen Ablenkung a und b immer eines kleineren ihrer Theile, wie jede andere Curve von nicht größtablenkender Kraft.

Auf die Gestalt der kleinsten Curve von größtablenkender Kraft kann es wohl Einfluß nicht üben, wenn die Länge der Curve zum Weg wird und dadurch ein zweites Mittel, Zeit, noch hinzutritt. Ebensowenig kann die Gestalt der unter allen kürzesten Curve davon berührt werden, ob das abgelenkt Werdende etwas Ruhendes oder etwas nach diesem oder jenem Gesetze Bewegtes sei. Es folgt, daß die Curve von größtablenkender Kraft auch Curve von schnellster Fallzeit oder Brachystochrone sein müsse, ganz einerlei, nach welchem Gesetz die Schwere wirkt.

§ 32.

Berechnung der Brachystochrone.

Obige Ausführungen ändern nichts an der bisher in Gebrauch gewesenen Berechnung der Linie schnellsten Falles. Bekanntlich ist für den Fall auf jeder Curve, unter Weglassung eines für die Berechnung unwesentlich constanten Faktors, $t = \int \frac{1}{\sqrt{y}} \sqrt{1+P^2}\, dx$.

In genanntem Ausdrucke bezeichnet y die veränderliche Fallhöhe und $P = \frac{dy}{dx}$ die Tangente des vom Curvenelemente mit der in horizontaler Richtung gelegenen Coordinate gebildeten Winkels. Weil nämlich bei zunehmendem y der Faktor $\frac{1}{\sqrt{y}}$ und mit ihm

das Produkt $\frac{1}{\sqrt{y}}\sqrt{1+P^2}$ abnimmt, so verlangt ein erstrebt kleinstes Integrale nach § 16 gleiche Aenderungsrichtung beider Faktoren, die nur dann sich ergiebt, wenn die Tangente mit y entgegengesetzte und folglich mit $\frac{1}{\sqrt{y}}\sqrt{1+P^2}$ gleiche Aenderungsrichtung besitzt und demzufolge nicht nur den Werth $\frac{dy}{dx}$, sondern auch die Bezeichnung P, nicht p, erhalten muß. Das Produkt muß in Folge dessen nach der ersten Bedingungsgleichung des § 18 wie folgt behandelt werden:

$$\frac{1}{\sqrt{y}}\cdot\frac{d\sqrt{1+P^2}}{dP}=\frac{1}{\sqrt{y}}\cdot\frac{P}{\sqrt{1+P^2}}=\pm 1, \text{ woraus}$$

$$P=\frac{dy}{dx}=\pm\sqrt{\frac{y}{1-y}}, \text{ und}$$

$$\frac{1}{P}=p=\frac{dx}{dy}=\pm\sqrt{\frac{1-y}{y}}.$$

Dies ist, wie bekannt, die Gleichung der Cykloide, und daß die Cykloide thatsächlich die Curve von größtablenkender Kraft ist, das dürfte aus Nachfolgendem hervorgehen.

Die Kraft, welche erforderlich ist, um den für jeden Punkt einer beliebigen Falllinie sich ergebenden Zuwachs an Ablenkung hervorzubringen, ist die Beschleunigung der ablenkenden Kraft und steht im geraden Verhältniß zur Fallgeschwindigkeit und im umgekehrten zur Größe des betreffenden Krümmungshalbmessers, so daß der Quotient aus Fallgeschwindigkeit und Krümmungshalbmesser die Beschleunigung der ablenkenden Kraft aller Falllinien zum Ausdruck bringt. Für jene Cykloide, deren Basis durch den Anfangspunkt des Falles geht, deren Fallhöhen somit von dieser aus gemessen werden, ist genannter Quotient und mit ihm die Beschleunigung der ablenkenden Kraft constant, und weil das Differenziale dieser constanten Beschleunigung Null, ist diese selbst eine größte, und folglich auch die Cykloide, mit durch ihren Anfangspunkt gehend horizontaler Basis, Curve von größtablenkender Kraft. Weil der Krümmungshalbmesser der Cykloide in genanntem Anfangspunkte den Werth Null hat, so wird von allen nicht bloß zu gleicher Sehne, sondern auch zu im Anfange gleicher Tangente gehörigen Falllinien die Cykloide sich der Sehne am schnellsten

nähern und als die ihr am nächsten kommende Curve auch die kürzeste sein.

Obgleich wir behauptet haben, die Gestalt der Brachystochrone sei unabhängig von dem, was das Gesetz der Schwere ist, so führt doch bei Annahme eines anderen als des wirklich bestehenden Gesetzes die Rechnung zu einer aus der Cykloide abzuleitenden und daher in das allgemeine Geschlecht derselben fallenden, doch der Art nach von ihr verschiedenen Curve. Dies erklärt sich daraus, daß das jeweilige Gesetz der Schwere seinen Ausdruck allein nur im nicht trigonometrischen Faktor des zu variirenden Produktes findet, einem Faktor, der für die ganze Dauer des Variirens als unabhängig constante Größe auftritt und deshalb irgend welch bestimmenden Einfluß auf dasjenige zu üben, was mittelst der Variationsrechnung gefunden werden soll und kann, weder berechtigt noch befähigt ist. In allen durch Variationsrechnung zu findenden Curvengleichungen ist immer Familie und Gattung die gesucht beste, wogegen die Art der gefundenen Curve nur dann die beste sein kann, wenn nach beendetem Variiren, wo der vorher constant gewesen nicht trigonometrische Faktor veränderlich wird, für das in ihm zum Ausdruck kommende Gesetz der Bewegung das wirksamste, zu constanter, d. i. größter Beschleunigung gehörende, zur Anwendung kommt, in Folge dessen dann alle Curvenpunkte unabhängig von allenfallsigen Nachwirkungen, deren Träger sie sind, mit gleich großer Kraftstärke ergriffen werden. Jede auf genannte Weise gefundene, der Familie, Gattung und Art nach beste Curve bleibt beste Curve, auch wenn sie nachträglich auf eine nicht nach bestem Gesetze wirkende Kraft bezogen werden sollte.

In Uebereinstimmung mit Obigem gingen wir bei Berechnung der Newtonschen Curve von der Annahme aus, es würden alle Curvenpunkte in gleicher Richtung und in gleicher Stärke vom Medium ergriffen, und hielten die ähnliche Annahme bei den verschiedenartig späteren Verwerthungen der Curve unverändert fest. Sollte nun auch für die Newtonsche Curve diese Annahme aus irgend welchem Grunde nicht zutreffen, so könnte die Gestalt der gesuchten und gefundenen besten Curve doch ebensowenig davon berührt werden, als die Gestalt der Brachystochrone eine Aenderung erführe, wenn das Fallgesetz ein anderes wäre.

§ 33.

Eine praktische Verwerthung der Brachystochrone.

Stellt man die Frage, welches die Gestalt der in eine Ebene abgewickelten Zuglinie eines Feuerrohres sein müsse, damit sie in vortheilhaftester Weise drehend auf das durch die Kraft des Pulvers fortgetriebene Geschoß wirke, nämlich zu jeder verlangten Drehgeschwindigkeit kleinsten Aufwandes an Kraft und Zeit bedürfe, so kann es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die gesuchte Curve diejenige von größtablenkender Kraft, d. i. die Cykloide sein müsse, einerlei, ob nach diesem oder jenem Gesetze im Rohre das Pulver wirkt. Die Basis der betreffenden Cykloide müßte zur Rohrachse senkrechte Lage haben und ihr in dieser Basis gelegener, zum Krümmungshalbmesser Null gehöriger Punkt dort sich befinden, wo die Bewegung des Geschosses ihren Anfang nimmt.

Bemerkung.

Auf vorstehende Abhandlung ist vom Herrn Verfasser Mühe und Arbeit viele Jahre hindurch verwendet worden. Da sie meistentheils individuelle Forschungen enthält, für deren Verständniß die von ihm selbst erlangten, ungewöhnlich weit reichenden, Kenntnisse vorausgesetzt werden, gestaltet sich ebensowohl aus diesem Grunde, als wegen der Art der in Betracht gezogenen Gegenstände, die Beschäftigung damit zu einer für den Leser schwierigen Aufgabe.

Die Wichtigkeit seiner Theorien für den Schiffsbau ist er von Seite 525 ab darzulegen bemüht gewesen. Daß ebensowohl für diesen als für die den Geschossen der Feuerwaffen zu ertheilende vortheilhafteste Gestalt, wobei nicht allein die den Luftwiderstand überwindenden Flächen, sondern auch der höchst schwierig zu erklärende Einfluß der Rotation oder Axendrehung des Geschosses auf dessen Bahn in Betracht zu ziehen ist, noch viel zu thun übrig bleibt, dürfte nicht in Abrede zu stellen sein.

Der Herr Verfasser, dem das Archiv mehrere sehr werthvolle Mittheilungen verdankt, ist, noch ehe er die Korrektur der ihm zugesendet gewesenen Druckbogen des vorstehenden Aufsatzes beendet hatte, vom Tode, für alle Seinigen überraschend, ereilt worden, und wird hierdurch seine vorliegende Arbeit zu einem Vermächtniß für diejenigen Leser, welche, namentlich in den angedeuteten Beziehungen, seine Forschungen zu prüfen und fortzusetzen geneigt sind.

Die Redaktion des Archivs.

XXVII.

Geschichtliche Entwicklung der Artillerie-Schießkunst in Deutschland.

Von
Alo Dengler,
Lieutenant im königl. bayer. 2. Fußartillerie-Regiment.

(Fortsetzung.)

E. Wirkung.

a. Charakteristik der Leistungsfähigkeit des Systems.

Die Frage nach der Wirkung des ganzen Artilleriesystems ist zunächst eine Kaliberfrage, die durch Gewichtsgrenzen mit Rücksicht auf die Beweglichkeit eingeschränkt wird.

Wie schon bei Betrachtung des technischen Theils des Artillerieschießwesens dargethan wurde, ging die Tendenz dieser Zeit auf Reduktion der Kaliber nach Zahl und Größe, Vereinfachung und Gleichförmigkeit in den Details, Verkürzung der Rohre und Erleichterung in den Metallstärken, Vervollkommnung der Rohrkonstruktionen, um das Schießen weniger komplizirt und das Treffen wahrscheinlicher zu machen.

Obwohl man schon seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts in den Niederlanden und bei den schwedischen Heeren angefangen hatte, sich nicht allein im Felde kürzerer und leichterer Kanonen zu bedienen, als früher, sondern auch das Belagerungsgeschütz in der nämlichen Proportion fertigen zu lassen, stimmten doch die deutschen Artilleristen keineswegs in diese Neuerungen ein, sondern behielten immer noch die ehemaligen Verhältnisse bei.

Zwei Ursachen bewogen sie dazu: 1) der nicht zu widerlegende Grundsatz, daß ein längeres Geschütz einen weiteren Kernschuß

hat, als ein kürzeres; und 2) die Anhänglichkeit an die gewohnten starken Ladungen, von denen die kurzen Geschütze theils zu schnell erhitzt, theils auch zu sehr zurückgestoßen wurden.*) — „Die verjüngten Geschütze" sagt Mieth,**) „hat man erfunden, in Feldschlachten und Treffen solche leichter fortzubringen und geschwind damit zu agiren, welches insgemein nur wenig Stunden geschieht. — Daß aber unzeitige Spahrer und latainische Artilleristen zugefahren sind, die Verjüngung derer Stücke so in und vor Festungen gebraucht werden, auf die Bahn zu bringen, haben sie zu unrechter Zeit von den Franzosen, welche, ihr liderlichen Art nach, allezeit nur etwas Neues (wann es gleich schlimmer als das alte) suchen hervorzubringen, gelernt und vor etwas Neues in die Bücher geschmieret." — Man sah unterdessen wohl ein, daß ein zu schweres Geschütz im Felde unbrauchbar sei, und daß seine Wirkung in Belagerungen mit dem dadurch verursachten Aufwande von Munition und mit den Schwierigkeiten des Transportes durchaus in keinem Verhältnisse stehe, weshalb die ganze und 3/4 Karthaune (48- und 36pfdge) nach und nach ganz aus dem Gebrauch kamen und den kleineren Kalibern weichen mußten; die ersteren wurden auf die Hauptwälle der Festungen und auf die Flotten verwiesen. „Viele Hauptstücke", sagt Buchner, „seynd nach Gelegenheit jedes Orts denen Festungen nicht vortheilig, indem nur Pulver und Kugeln, welche viel Geld kosten, ohne Nutzen verschossen werden; solche Schüsse gerathen wenig, gehet auch sonst mit dem Laden und Richten langsam zu, erfordern auch viel Mannschaft." Am meisten hält dieser Autor auf die 12-, 16- und 18pfdgen Schlangen und die 4- und 8pfdgen Falkonen.

Deutschland besaß schon in diesem Jahrhundert ein Geschützsystem, das 100 Jahre später Gribauval als Muster diente. Das von Napoleon III. in seinen Etudes sur l'Artillerie***) benutzte Manuskript des Grafen Hatzfeld über die deutsche Artillerie liefert sehr interessante Belehrungen über diesen Gegenstand. In Betreff der Kaliber drückt sich der Autor so aus: „Von dem 6pfdgen Geschütz absteigend, bedient man sich wenig der anderen Kaliber,

---

*) Hoyer, II. 16.

**) Neuere Geschützbeschreibung (1683), I. Cap. 29.

***) I. Bd. 4. Cap. „Artilleriae Allemande pendant la guerre de 30 ans."

außer für die Infanterie, sie sind sehr nützlich an den Schlachttagen oder zur Aufhebung von Lagern, um Thore und andere Hindernisse zu sprengen, um den Rücklauf zu begünstigen, um sie in den Kontreapprochen zu benutzen, um die Linien zu enfiliren und für andern Gebrauch; und für diese Gelegenheiten sind sie um so besser, da sie leichter zu führen und zu transportiren sind." — Zur Erhöhung der Wirkung strebte man ferner nach Ausbildung des Schnellfeuers, Vergrößerung der Schußweiten und besonders nach bedeutender Geschoßwirkung. Dazu tritt die Erhöhung der Leistungsfähigkeit, die durch fachgemäßen taktischen Gebrauch im Feld- und Belagerungskriege, durch Lösung schwieriger Probleme der Ballistik, vortheilhafte Organisation und Ausbildung des Artilleriepersonals Ausdruck und entscheidenden Einfluß gewannen.

b. Schießfertigkeit und Treffergebnisse.

Wenn trotz der hunderterlei Ursachen, welche Fehlschüsse erzeugen, und der behaglichen Breite, mit der sich die Artillerieschriftsteller darüber auslassen, doch wiederum die komplizirtesten Instrumente zum Richten erdacht und mit peinlicher Umständlichkeit beim Schießen angewendet werden; wenn der Büchsenmeister mit einem gewissen Selbstgefühl sein Geschütz bediente und trotz mangelhafter theoretischer Kenntnisse so mancher Meisterschuß geschah, so legen diese Umstände sicher ein lautsprechendes Zeugniß dafür ab, wie sehr Kanone und Kanonier zusammenpaßten, und daß unter den damaligen Verhältnissen das Schießen resp. Treffen nicht leichter und nicht schwerer war als es heutzutage ist. — Schreiber scheint mit den Anschauungen seiner Zeit- und Zunftgenossen am ehesten noch übereinzustimmen, wenn er sich äußert:

„Dann im schießen, treffen ist allewege Kunst,
Sondern es liegt großentheils an Gottes Gunst."

Bei dem Mangel an Treffähigkeitstabellen und Schießprotokollen läßt sich eine Vorstellung von der Güte des Schießens nur an der Hand einer Reihe von Beispielen aus der Kriegsgeschichte gewinnen, aus denen man sich nach Abzug der individuellen Virtuosität und der Gunst oder Ungunst des Zufalls das richtige Bild oder Gesetz selbst konstruiren muß. Wenn nun auch in den meisten Fällen Anhaltspunkte für die Dimensionen des Zieles fehlen, so

können doch aus der Dauer des Schießens, dem verwendeten Munitionsquantum ꝛc. Schlüsse gezogen werden.

Beispiele: Im Jahre 1634 ließ Ferdinand, König von Ungarn bei der Belagerung von Regensburg einen Artilleristen henken, weil er 20 mal hintereinander einen Thurm gefehlt hatte.*) — In der Schlacht bei Liegnitz schoß die kaiserliche Artillerie mit großer Präcision gegen die in Schlachtordnung aufgestellten Sachsen, sobald diese aber zu avanciren begannen, wurden die Schüsse unsicherer.**)

In der Belagerung von Ostende (1601) kommt öfters der Fall vor, daß feindliche Kugeln in die Mündung der Geschütze trafen. Ein Büchsenmeister schießt auf den zweiten Schuß das Ankertau eines Schiffes entzwei.***)

Am 29. September 1659 geschahen bei der Belagerung von Stettin gegen die Stadt 566 Schüsse aus grobem Geschütz (24 Pfdr.); „sonsten ist aber von dem überaus heftigen Schießen, dafür einem die Haare hätten mögen zu Berge stehen", nur 1 Capitain und 1 Handlanger auf der Batterie am passauischen Thor getroffen worden. Auf dem sogenannten Klosterhof vermuthete man einen größeren Munitionsvorrath, weshalb die Brandenburger sehr stark mit 4=, 12= bis 24pfdgen Kugeln danach schossen; es erhielt ein Haus allein 100 Kanonenschüsse. — Den 29. Oktober Mittags schossen die Kurfürstlichen mit einem 4pfdgen Stück mitten durch die Spitze des Schloßthurms, welcher Schuß, wie sich ein Constabel später vernehmen ließ, zum Gedächtnisse geschehen sein soll.

In der zweiten Belagerung von Stettin (1676—1678) war das Feuer des Angreifers am 30. August 1677 so stark, daß sich nichts auf den Wällen blicken lassen durfte, ohne nicht von den geschickten Constablern und Feuerschützen getroffen zu werden. Es wurde hierbei übrigens so heftig gefeuert, daß man verschiedene Male aus einem Lager in das andere schoß, obgleich die ganze Stadt dazwischen lag.†)

Im Jahre 1682 wollte eine Franzose bei Berlin ein großes,

---

*) Hoyer, II. 2.

**) Napoléon „Etudes sur l'Artillerie", I. 350.

***) Archiv für Artillerie= und Ingenieur=Offiziere, XIII. Bd. 161.

†) Gesch. der preuß. Artillerie von Malinovsky und Bonin, III. Bd.

aus 48 Holzstücken zusammengesetztes Blockhaus mit Einem Schusse aus einer halben Karthaune in Brand stecken. Es war jedoch vergeblich, da er beinahe gefehlt hätte, und der Schuß fast keinen Effekt zeigte. Einige Tage darauf wurde der Versuch ebenso fruchtlos wiederholt; die brandenburgischen Feuerwerker steckten es jedoch mit dem ersten Schusse in Brand.*)

Im Jahre 1671 wird in Nürnberg ein großes Artillerieschießen abgehalten mit 4 Falkonen zu 6 Pfd. Kalib.r. Die Scheibe steht 600 Schritt vom Geschütz, hat 6 Zoll im Durchmesser, das Portal worin sie steht, ist 10 Fuß breit, sie wird in 4 Tagen über 400 mal getroffen.**)

In der Belagerung von Ofen (1686) sprengte der bayerische Feuerwerker Schenk einen Pulverthurm durch eine Bombe in die Luft; ein Gleiches geschah vor Kaiserswerth 1689 durch einen Münster'schen Constabel.***)

c. Schußweiten.

Wie sich bei Betrachtung der Schußtafeln ergeben, war die Bestimmung der Schußweite für einen beliebigen Grad des Quadranten eine arithmetische Aufgabe, die sich auf falsche Hypothesen gründete. — Der mit viel Erbitterung geführte Streit, ob man mit langen oder kurzen Rohren weiter schießt, giebt zu mancherlei Experimenten Veranlassung, aus denen die damaligen Artilleristen selbst erst über die wahren Porteen ihrer Geschütze klar wurden. Näheres darüber siehe sub A, 2. c. Schreiber giebt eine Tabelle der Schußweiten für die gebräuchlichen Geschützarten an, wobei er den Schritt zu $2^1/_2$ Fuß rechnet. „Es möchte aber hierbei jemand fragen," heißt es im 26. Cap. seiner neuen büchsenmeisterey, „wie solche Weiten zu verstehen sey: ob die Kugel in freier Luft also weit fleuget, oder da es soll verstanden werden, wo man die Kugel im Felde findet? So sei der Kunstliebende Leser hierbey berichtet, daß öfters eine geschossene Kugel, wann sie keine Verhinderung hat, noch anderhalbmal weiter laufet, als sie in der Luft fleuget. Wann sie aber starke Geller muß thun, so wird sie sehr abgemattet und bleibet dann noch ein gut Theil dahinten, und

*) Malinovsky, II. 550.

**) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

***) Gesch. der preuß. Artillerie von Malinovsky und Bonin, III. Bd.

folget also: daß eine Kugel, wann sie mit gutem Pulver geschossen wird, und nach höchster Elevation des Quadranten gericht ist, daß die Kugel in freier Luft so weit fleuget, wie beigesetzte Tabella zeigt."

Geschütz	Geschoß-gewicht in Pfd.	Schuß-weite in Schritten
Ein Falkonet	3	1500
Eine Falkone	6	2620
" Quartierschlange	9	3120
" halbe Feldschlange	15	3280
" ganze "	20	3500
" halbe Nothschlange	30	3740
" ganze "	40	4200
" doppelte "	90	4800
" Viertel Carthaune	12	2400
" halbe "	24	3000
" dreiviertel "	33	3120
" ganze "	50	3360
" doppelte "	100	4500

Der Curiosität halber seien hier auch die Schußweiten aufgeführt, welche die von Diego Ufano beschriebenen Monstregeschütze seiner Zeit erreicht haben sollen, und worüber Schreiber seine Glossen macht: Auf der Engelsburg in Rom sollen 2 Stücke stehen, von denen das eine 1½ deutsche Meilen weit schießt, das andere aber, der Triquetrac, ist ein 3pfdges Orgelgeschütz mit 5 Mundlöchern. — Die Feldschlange von Malaga die 80 Pfd. Eisen mit 48 Pfd. Ladung schießt, soll 7600 Schritt weittragen, sie wird wegen ihres „Hochmuths" (?) nach Carthagena verwiesen und thut den schwangern Weibern beim Abfeuern viel Schaden. — St. Jean de Almarsa, eine 70pfdge Carthaune, erreicht im Horizontalschuß 648, mit Elevation 8000 Schritt. — Ferner liegen in Mailand ein 45Pfdr. (Victoria) und ein 48Pfdr. (Pimensela), die in höchster Elevation 900 geometrische Schritt (1 Schritt = 5 Fuß), im Kernschuß 1775 Schritt weit schießen.

Auch soll zu Herzogenbusch ein Stück stehen, die „Teufelin" genannt, das 3 Meilen weit nach Bommeln schießt. Schreiber meint hierzu: „Aber es seynd zu Lande vielleicht krumme Wege,

da man um Teiche und andere Orte reisen muß, da die Kugel gerade zu gehet und der Wege mehr als die Hälfte kürtzer ist, welches auch wohl noch die größte Weiten ist, die aus einem Stücke kann geschossen werden."

Bezüglich der wirksamen Gebrauchsentfernungen für die einzelnen Schußarten gibt Simienowicz folgende Anleitung: „Ein Kanonirer soll auch nicht allein wissen die erste Weite ungefähr dem Augenmaaß nach zu nehmen, und genugsam hierbey zu richten mit Hagel-, Feldgeschütz oder Mauerbrecher, damit er das begehrte Ziel mit dem Kernschuß genugsam erreichen können, und nicht soweit davon sei, dann zum Preßschießen und Mauernbrechen soll er auffs wenigs davon seyn auf 300 bis in 400, auch 600, oder da es ja nicht anders sein kann als 800 und 900 Schritt, und weiter davon nicht seyn; mit Feldgeschütz kann man wohl unter Roß und Mann auff die 1500 bis in die 2000 und 2600 Schritt mit der Kugel reichen und schaden thun, mit Cartausen (Kartätschen) geladen, so haben sie keinen weitern Effekt als von 300, bis in die 600, ja 700 Schritt."

Nach den Erfahrungen des Grafen Hatzfeld, gemacht 1636 in Schwaben, stellt der Verfasser des „Traicté de l'Artillerie" ꝛc. (s. o.) eine Porteentafel der in Deutschland gebräuchlichen Geschütze auf, die zum Vergleiche mit der von Schreiber mitgetheilten folgt.

Geschütz	Kernschuß in französisch. Fuß	Totale Schußweite in französisch. Fuß	Ladungs-Verhältniß
Kleine Kanone von 3/4—3 Pfd.	1200	1600	2/3
Schlangen von idem	1400	1800	3/4
Kanonen von 4—5 Pfd.	1500	1800	1/2
Schlangen " idem	1600	1900	2/3
Kanonen " 6—8 Pfd.	1500	2000	1/2
Schlangen " idem	1600	2200	2/3
Kanonen " 9—12 Pfd.	1700	2400	1/2
Schlangen " 9—12 Pfd.	1900	2700	2/3
Kanonen " 15—18 Pfd.	1800	2700	1/2
Schlangen " idem	2000	2900	2/3
Kanonen " 20—24 Pfd.	1800	2800	1/2
Schlangen " idem	2000	3500	2/3

Nach Schreiber hätte man mit dem auf 45° gerichteten Winkelhaken und eingegrabenem Laffetenschwanz aus 12- und 16pfdgen Kanonen versuchsweise auf 4800 Schritt geschossen.

Im Jahre 1680 probirte man bei Berlin Mörser nach einer neuen Erfindung des Generals von Schöning, welche über 3000 bis 4000 Schritte warfen; es war dies vorher noch niemals gesehen worden.*)

d. Feuergeschwindigkeit.

Das Schießen hatte an Schnelligkeit gegen früher durch Anwendung der Kartuschen und Schlagröhren, der verbesserten Richtmaschinen und des Ladezeugs, Einführung leichterer Geschütze und Ausbildung des Kartätschschusses auf nahe Distanzen bedeutend gewonnen. Die Kunst des Geschwindschießens wurde besonders in Bayern kultivirt und sorgfältig geheim gehalten. Wieweit die in den Lehrbüchern der Schießkunst angegebene Methode, mehrere Granaten nach einander aus einem Rohre zu schießen, nur Spekulation geblieben ist, darüber fehlen alle Nachweise.

Nach der Art des Ladens, dem Geschoßgewicht, der Schwierigkeit und Genauigkeit des Richtens 2c. mußte natürlich die Feuergeschwindigkeit bei den verschiedenen Kalibern auch sehr verschieden sein.

Nach Buchner kann man aus der ganzen Karthaune in 1 Stunde höchstens 6—7, aus der halben 8—9 Schüsse machen und zwar mit der Ladeschaufel; aus einem „gemeinen Stücke" schießt man viermal so oft als mit einem schweren, besonders wenn mit Patronen geladen wird. Nach einem 6—8stündigen Feuer müssen dann die Rohre 1—2 Stunden abgekühlt werden.

Nach Schreiber können an einem Tage, ohne dem Stücke zu schaden, geschehen:

Aus einem	Falkonet	100	Schüsse,
„ einer	Falkone	90	„
„ „	Quartierschlange	80	„
„ „	halben Feldschlange	75	„
„ „	ganzen „	60	„
„ „	halben Nothschlange	40	„
„ „	ganzen „	36	„

*) Gesch. der preuß. Artillerie von Malinovsky, II. 550.

aus einer doppelten Nothschlange 24 Schüsse

„	„	viertel Karthaune	60	„
„	„	halben „	50	„
„	„	ganzen „	30	„
„	„	doppelten „	24	„

Als eine Merkwürdigkeit führt Schreiber den Fall an, daß zu Paris der oberste Zeugmeister, „nur Lust halben in 9 Stunden 200 Schüsse aus einem schweren Stücke, und doch demselben ohne Schaden soll gethan haben.“

Im Traicté de l'Artillerie finden sich folgende Zahlen:
An einem Tage können geschehen mit kleinen Stücken bis zu

3 Pfd.				180	Schüsse
4— 5	pfdgen Kanonen	resp.	Schlangen	130	„
6— 8	„	„	„	120	„
9—12	„	„	„	110	„
15—18	„	„	„	100	„
24	„	„	„	90	„

Von dem raschen Schießen der Artilleristen des Fürsten von Anhalt, der dem König Heinrich IV. von Frankreich ein Heer zuführte, heißt es im Palma Cayet:*) „Ces estrangers firent jouer toutes leurs pièces, par plusieurs fois avec une si grande dextérité, qu'un coup n'attendoit pas l'autre, tant ils estoient prompts à les recharger.“

Chemnitz**) berichtet, daß der Schwedenkönig Gustav Adolf beim Uebergang über den Lech (22. März 1631) vom Pferde stieg und mehr als 60 Schuß selbst richtete, um seine Kanoniere zu zwingen, schneller zu feuern.

Die schwedischen Regimentsstücke schießen 3 Mal, ehe die Muskete 2 Mal schießt, und bei Nördlingen (1645) soll die deutsche Artillerie 3—4 Mal gefeuert haben, ehe der Infanterist 1 Schuß abgab.***)

Andrerseits ist das Schießen der Artillerie bei Sasbach (1675) so langsam, daß man das Geschütz ermitteln konnte, welches Turenne getödtet.***)

---

*) Lib. III. pag. 336.

**) Gesch. des schwedisch-deutschen Kriegs. S. 310.

***) Meyer, Gesch. der Feuerwaffentechnik.

Das Großartigste in Bezug auf Schnellfeuer leistete ein Schotte (1691), der gegen eine auf 400 Schritt aufgestellte Scheibe in 7 Minuten 30 Mal schoß (wie oft getroffen?).*)

Johann Georg III. von Sachsen hat bei der Belagerung von Wien (1683) 8pfdge Schlangen, 3- und 6pfdge Regimentsstücke, die durch ihr geschwindes Schießen den Türken viel Schaden thun.*)

e. Geschoßwirkung.

1) Die mechanischen Leistungen der Geschosse.

Die Illusion, der man sich Betreffs der lebendigen Kraft der Geschosse hingab (siehe Breschiren), steht in innigem Zusammenhang mit den mangelhaften theoretischen Kenntnissen überhaupt und in der Ballistik im besondern. Schreiber**) erörtert die Frage: „Welche Kugeln, so aus unterschiedlichen Stücken geschossen werden, den besten Schwung führen und die stärkste Gewalt thun?" vom physikalischen Standpunkte aus und sucht seine Behauptungen durch ein Beispiel zu beweisen: „Nun setzen die Mathematici, daß ein jedes Ding, das sonst von Natur schwer ist, natürlicher Weise auch allezeit gerade unter sich begehret. Es befinden sich aber unterschiedliche Dinge, die nicht in gleicher Schwere und gleicher Materia seynd, als da: Blei, Eisen und Stein, damit geschossen wird, und ob sie schon an der Schwere in gleichem Gewichte seynd, aber unterschiedlicher Größe, so wird doch allezeit von den Naturkündigern davor gehalten, daß das größte auch die größte Gewalt thun soll, dieweil es den größten Raum bedarf; es soll auch eines größeren Vermögens sein, als ein anderes, das am Corpus kleiner ist: Es soll am langsamsten in die Höhe steigen, und sich am allergeschwindesten senken und zur Ruhe begeben, da es dann beim Schießen auch unterschiedliche Ursachen hat, solches zu wissen, als zum Exempel: wann man 3 Stücke sollte ins Feld führen, da ein jedes 12 Pfd. schöße, und würde eines mit Blei, das andere mit Eisen und das dritte mit Stein geladen, und man ladete auf alle 3 ein jedes mit 12 Pfd. Pulver, stellte sie nebeneinander und richte sie auch alle 3 in gleicher Höhe, und schieße die Kugeln auch alle 3 auf einmal zu-

*) Meyer, Geschichte der Feuerwaffentechnik.

**) 33. Cap. „Von etlichen Probe-Schüssen."

gleich hinaus, so würde man den Unterschied befinden, und bei den ersten 3 Schüssen die bleyene Kugel am weitesten hinauskommen vor die andern zwei, ob sie schon die schwerste und kleinste an ihrer Materia ist, denn Bley hat seine fast gleichmäßige Ladung in 12 Pfd. Hieraus ist zu schließen, daß, weil sie am weitesten kömmt, so muß sie auch am geschwindesten fliegen und sich am langsamsten zur Ruhe begeben, dann wann sie langsam sollte fliegen, so würde sie nicht so weit in solcher Zeit kommen. Wann man aber zum andern Probeschusse alle 3 Stücke nur mit 8 Pfd. Pulver ladete, so würde von dieser Ladung die eiserne Kugel am weitesten kommen, dann 8 Pfd. ist des Eisens rechte Ladung, es ist dem Stein noch zuviel, es treibet ihn zu hoch im Bogen, und dem Blei etwas zu wenig, das kömmt zu kurz. Ladet man nun zum drittenmale alle 3 Stück ein jedes mit 4 Pfd. Pulver, so wird nach dieser Ladung die steinerne Kugel am weitesten kommen, auch am geschwindesten fliegen und am langsamsten (d. h.: spätesten?) herabfallen, und doch den schwächsten Gewalt thun, ob sie schon die größte unter den drei Kugeln ist, auch ob sie schon an der Schwere einander gleich sein. Es erfordert aber die Ladung des Pulvers einen Unterscheid, dann ist die Ladung zu stark, so treibet sie die Kugel über sich; ist die Ladung zu schwach, so kömmt sie nicht an ihren rechten Ort.

Es kann auch weder Stein noch Bley einen solche Gewalt thun, als Eisen, denn je härter eine bleyerne Kugel anschlägt; je mehr zerpletscht sie sich, zuspringt bisweilen gar zu Stücken, wann sie hart Gemäuer oder Stein antrifft, solches thun auch die Kugeln von Stein, sie zuspringen an einer jeden Mauer, wann sie dawieder geschossen werden, ja auch oft von der starken Ladung."

Die Eindringungstiefen sind nach Buchner*) folgende: Mit der halben Kanone (24-Pfdr.) schießt man auf 300 Schritt in gutes, festes, gesetztes Erdreich . . . . 10—12 Schuh, in gewöhnliches . . . . 14—15 „ „ sandiges . . . . 18—20 „ „

Buchner ist in Uebereinstimmung mit Uffano der Ueberzeugung, daß eine auf 4—500 Schritt in Pulver geschossene Kugel dieses

*) Theorie 2c. I. 52: „Wie tieff eine eiserne Stückkugel in das Erdreich zu gehen pfleget".

nicht zu zünden vermag, daß dagegen beim Aufschlagen eiserner Kugeln auf Stein oder Eisen leicht Feuer entsteht. Schreiber berichtet von einem Versuche, den der Statthalter von Famagusta mit einer 60pfdgn. Feldschlange angestellt: Dieselbe wurde gegen zwei hartgeschlagene und wohl benetzte Wälle, welche an einer sehr dicken Mauer aufgerichtet waren, abgeschossen, worauf man fand, daß die Kugel die Dämme durchdrungen hatte und noch etliche Schuh in die Mauer eingedrungen war, „derowegen man wol gantze Städte und Festungen mit Pulver und Stücken zerfällen und ümbkehren kann."

In der Belagerung von Stettin wurde am 3. Oktober 1659 ein schwedischer Constabel durch eine Stückkugel erschossen, welche durch drei gefüllte Schanzkörbe ging.*) — Eine kaiserliche Kugel schlug den 29. Oktober von der St. Jacobs-Kirche das oberste steinerne Tempelchen herab. Von den glühenden Kugeln der Brandenburger schlugen einige sogar durch die Stadtmauer. — Den 28. Oktober schlug eine große Granate mannstief in den Erdboden, und man hatte zwei Stunden zu thun, ehe sie herausgebracht werden konnte.

„Das Eisen ohne das Pulver, so vier Hüte voll und zum wenigsten auf 16 Pfd. zu schätzen war, wog 156 Pfd." — Bei der zweiten Belagerung von Stettin (1677) wurde aus der Festung mit halben Karthaunen mit solcher Wirkung gegen eine Schanze geschossen, daß „man öfters die Stücke von den Batterien fallen sah."

Vor Ofen schlägt am 22. Juli 1686 eine glühende Kugel durch die Gewölbe des Hauptzeughauses und sprengt das daselbst befindliche Pulvermagazin. Die Festungsmauer wird auf 60 Schritt breit dadurch eingestürzt.**)

Bei der Belagerung von Grave (1674) durch die Brandenburger wurde der Stadtthurm aus einer mit 36-Pfdrn. armirten Batterie beschossen und an einem Tage zerstört.***)

Während der Beschießung von Buxtehude (1675) flogen die Kugeln in großer Anzahl kreuzend in die Stadt und gingen wohl durch 5 oder 6 Häuser zugleich durch.

*) Gesch. der preuß. Artillerie, III. Bd. 97—100.

**) Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere, XV. Bd. S. 180.

***) Malinowsky und Bonin, Gesch. der preuß. Artillerie, III. Bd.



Da die in Namur (1695) eingeschlossenen Franzosen aus einem, in den vor der Stadt liegenden Verschanzungen befindlichen Thurme vielen Schaden thaten, so wurden Geschütze gegen denselben gerichtet und über den Haufen geworfen, infolge des Bombardements wurden fast alle Häuser der Unterstadt durch die Menge und Größe der Bomben eingeworfen.*)

2. Sprengwirkung.

Das Sprenggeschoßfeuer erhält durch die Ausbildung des Granat-, Bomben- und Hagelschusses, sowie das Handgranatenwerfen eine Bedeutung von kolossaler Tragweite. Den ausführlichsten Bericht über die Wirkung der Granaten und Bomben hat Simienowicz publizirt: „Ich habe schon österts vermerket, schreibt er**) — daß allerhand Granaten, wenn sie auf eine Ebene fallen, in halbrechte Winkel von dem Horizonte zerspringen, aus einem gar unerforschlichen Geheimnuß der Natur, wer derohalben dieser Lehr und heilsamen Erinnerung wird eingedenk sein, wird gar leicht jeder Granate tödtliche Körner meiden und denselben entgehen, so er nicht gar weit von ihr ist, wenn er ehe sie ihren Effect thut und ihren tödtlichen Samen ausstreuet, sich geschwind vorwärts auf die Erde niederleget, wo die Granate liegt.“ — Interessant ist die vierte Zugabe zu diesem Kapitel, worin wir einen Einblick in das gerechte Entsetzen gewinnen, das diese Schußart zur Zeit ihrer ersten Anwendung hervorrief: „Wer zu wissen verlanget“, heißt es, „was solche gräuliche Granatenwürfe von der Zeit ihrer Erfindung an ausgerichtet, der schlage aller derer Bücher auf, die alle Geschichten, so sich zu unserer Zeit in denen Niederlanden zugetragen, beschrieben, die werden ihm ohne mein Sagen glauben machen, daß unter andern Mitteln, welche die erschrecklichen Belagerungen in beiden Niederlanden, zu denen vieler Könige in Europa jährliche Einkommen nicht genug wären, solche auszuführen, befördert und geschwind zu End gebracht, auch unsere Granaten mitgewesen, die durch Kunst von erfahrenen Feuerwerkern in die belagerten Städte und Vestungen gebührend geworfen, mit großen Schaden der Innwohner und sowohl der Bollwerke der belägerten Oerter, als aller gemeinen

*) Malinowsky und Bonin, Gesch. der preuß. Artillerie, III. Bd.

**) Ars magna Artilleriae, I. Th. 4. Kap.

Privatgebäude Einfall und Untergang. Es sind ihrer noch viel am Leben, die sich glücklich schätzen, auch gar stolz darauf sind und andere fast verachten, die der Stadt Breden, Ostende, Mastrich, Herzogenbusch, Bergen op Zoom, Reinberg rc. Diese werden mir alle hierinnen Beifall geben, daß die Granaten, so aus den Trancheen der Belägerer in die Besatzung geworfen worden, sie nicht allein geschrecket, sondern auch zu geschwinderer Ergebung genöthigt: als sie soviel blutige Leichen ihrer Kameraden, so gräuliche Wunden, verstümmelte Glieder und so großen Schaden und unzälige Niederlage, so die zersprengten Granaten allenthalben in der Stadt gethan, und welches auch der Donner nicht thun kann, so viel Häuser niedergeschlagen und umgekehret sahen. Es war auf kein Ort innerhalb der Mauer so sicher, ob er gleich sehr stark gewölbt, der die Schwere der niederfallenden Granaten und ihre Gewalt, wenn sie zersprungen, hätte ertragen können."

Zum Beweise dieser sehr anschaulichen Schilderung führt Simienowicz das Zeugniß zweier Männer an, welche die Belagerung von Breda und Herzogenbusch mitgemacht. Der eine, Daniel Heinsius, schreibt: „Es war der Feind den beyden nicht ungleich...... unterdessen hat ihn nichts so sehr geschrecket, als die feurigen Wurfgeschütze — sie nennens Granatäpfel in dem Läger —, die bald aus den machinis oder Geschützen, bald aus der Hand geworfen wurden. Man sagt, es sey nichts grausameres erfunden, seit des Todes Manieren durch Kunst vermehret. Es wurden damals viel Leute wie vom Blitz getroffen, mit Stücken von Mauern oder Häusern aufgetrieben. Als der Feuerwerker eine an den begehrten Ort geworfen, haben die Unserigen gesehen, daß Waffen, Gefäße (Laffeten?), Kleider u. A. m. in die Luft geflogen, und zweifelte man nicht, sie wäre, (wie) gewünscht, aufs Zeughaus gefallen."

Und Boxhomius, der andere Zeuge, berichtet: „durch die eisernen, feuerigen Kugeln, so Bomben genennet werden, sind auf einmal 3 Häuser niedergeschlagen worden. Und die Gewalt der Granaten that nicht weniger Schaden, doch sturben wenig, und etliche wurden wie durch ein sonderlich Wunder mitten in der Gefahr erhalten."

Belagerer und Vertheidiger zogen gleichmäßig Vortheil von dieser ausgiebigen und wegen ihrer Neuheit so gefürchteten Wirkung, letztere, um die Arbeiten des Feindes in den Laufgräben zu

hindern oder zu zerstören, wie aus der Chronik des Bischofs Paulus Piacesius über die Vertheidigung von Ostende hervorgeht: „Und vornehmlich stritte man anfangs mit Feuerkugeln, die aus dem Geschütz geworffen werden, diese liesen die Belägerten an keinem Ort der Stadt sicher bleiben, dieweil sie stäts und häuffig wie dicke Donnerkeile umflogen, als derer öfters mehr als weniger in einem Monat denn 50 000 in die Stadt und 20 000 herausgeworffen wurden."

Die fürchterliche Zerstörungskraft dieser Geschoßart war die Veranlassung, daß der Belagerungskrieg um ein neues Angriffsmittel bereichert wurde, indem das Bombardement an Stelle des förmlichen Angriffs zu treten beginnt. — Beispiele: Bei der Beschießung von Stettin entstand durch das lebhafte Feuer der brandenburgischen Artillerie „ein so grausames Donnern und Krachen, als ob Himmel und Erde einfallen wollten". Die Einwohner spotteten über den Kurfürsten, indem sie, wenn eine Bombe in die Stadt fiel, riefen: „Hört, wo de Kohfürst knappt!"*)

Beim Bombardement von Wolgast (1675) thaten die nach dem Schlosse gerichteten Granaten große Wirkung, da eine derselben, welche in die Pulverkammer fiel, einen Theil des Schlosses in die Luft gesprengt hatte und dieser auf das Gewölbe stürzte, wo das übrige Pulver verborgen lag.

In der Belagerung von Ofen (1686) schlug eine aus der Festung geworfene Bombe in die Granaten einer Batterie, von denen 1000 Stück aufgingen.

Die Sprengung von Pulvermagazinen durch Granat- oder Bombenwürfe war ziemlich häufig, so vor Bonn, Namur, Ofen u. a. m. Die Hagelkugeln functioniren sehr unsicher und zerspringen häufig schon im Rohre. Buchner**) sagt von ihnen: „Dergleichen Kugeln, wenn sie recht angebracht werden, thun großen Schaden; denn so der Brand zu Ende, thut der Granat seinen Effekt, und schmeisset die Kiefelsteine rc. weit um sich herum, sonderlich wider Reiterey und Fußvolk, ingleichen nach jedes Orts Gelegenheit zu gebrauchen."

Bezüglich der Handgranaten, deren Gebrauch ein sehr ausgedehnter war (in der Belagerung von Wien allein 805 000),

*) Gesch. der brandenburg-preuß. Artillerie, III. Bd.

**) Theoria et praxis Artilleriae, I. 77.

bemerkt Mieth, daß sie sehr häufig in der Hand springen, weil sie aus Vorurtheil zu oft um den Kopf gedreht werden oder die Grenadiere aus übergroßer Aufmerksamkeit auf den Feind sie fortzuwerfen vergessen.

3. Brand- und Leuchtwirkung.

Zum Brandschießen waren die glühenden Kugeln am vortheilhaftesten, weil sie, nach Simienowicz, alles durchschlagen, sehr heftig brennen, und weil man sie in der Luft bei Tage nicht brennen sieht, sondern für gewöhnliche Stückkugeln hält, daher man sich mit dem Löschen nicht sehr beeilt. — Demmin wurde 1676 in einer Nacht so heftig mit glühenden Kugeln beschossen, daß der größte Theil der Stadt abbrannte.

Die Feuer- und Brandkugeln sind regelmäßig mit Mordschlägen versehen, um jede Annäherung zu verhindern. Simienowicz meint: „Wenn sie unter die Feinde geworfen werden, können sie nicht so bald ihren Schlägen entgehen, sie wird eine solche Niederlage anrichten, als kaum 100 Musketiere thun könnten." (?) Sie wurden nur auf kleine Entfernungen geworfen, da die Brennzeit sehr kurz war (einige Minuten), und konnten durch nasse Häute u. dgl. gelöscht werden, wie in Ostende geschehen. In der Belagerung von Stettin wird die Anwendung und Wirkung dieser Geschosse folgendermaßen geschildert:*) „Den 24. Oktober schossen die Kaiserlichen einen Bettelsack in die Stadt, welcher erst allmälig zu brennen anfing und darauf etwas langsam nach einander 12 Schläge gab; zwischen den Schlägen brannte jedesmal das Feuer mannshoch. Der letzte Schlag war heftig stark. — Den 27. Oktober kam ein Maulkorb mit einem langen Schwanz, wie ein Drache, dahergeflogen, sausete heftig in der Luft, schlug in ein Haus, wurde aber gelöscht."

Obgleich aus dem kaiserlichen und kurfürstlichen Lager über 500 Granaten, unzählige glühende Kugeln, Bettelsäcke, Maulkörbe und ähnliche Arten von Feuerballen nach Stettin geschleudert wurden, so entstand doch wegen der guten Feuerpolizei und Aufsicht keine Feuersbrunst, was den Belagerer höchlichst verwunderte.

Vor Kaiserswerth (1689) wurden Feuerkugeln und Brand-

---

*) Gesch. der brandenburg-preuß. Artillerie, III. Bd.

geschosse ins Castell und in die Stadt geworfen, so daß sie schon am vierten Tage capitulirte.

Die Leuchtballen haben den Zweck, „daß sie eine helle Flamme von sich geben und also offenbaren, was die neblichte und finstere Nacht bedecket, und das umliegende Feld erleuchten, damit du hernach dem begegnen kannst, was dir schädlich zu sein dünket" (Simienowicz I. 166).

Bei den aus Stücken geworfenen Leuchtkugeln ist zu berücksichtigen, „daß sie von der Gewalt des Pulvers nicht eher in der Luft zerspringen, ehe sie auf den Ort fallen, wo sie ihren Effect thun sollen" (Putoneus § 21), weshalb sie mit Eisengittern eingeschlossen sind. Ihre Wirkung ist von der Gestaltung und Beschaffenheit des Bodens bedingt. Um davon unabhängig zu sein, wendet man häufig gewöhnliche Raketen an. Die Leuchtkugeln sind auch mit Mordschlägen versetzt, „daß sie nicht allein leuchten und die Finsterniß vertreiben, sondern auch die nahe kommenden ersticken" (Putoneus). Am besten eignen sich die eisernen Kugeln hierzu, weil man sie am weitesten schießen kann. In höchster Elevation kann man, nach Diego Uffano III. Cap. 21, 3000 Schritt weit werfen, während die gewöhnliche kaum 2000 Schritt erreicht. Beim Einladen soll man keinen Stöpsel auf das Pulver vor dieselbe setzen, damit sie gleich überall entzündet wird und „wie ein Comet in der Lufft brennend daherfliege vnd wann sie auff die Erde gefallen, nit leichtlich vom Feinde kann gelöschet oder gedämpfet werden".

Beispiel eines erfolgreichen Gebrauchs dieser Geschoßart bietet die Belagerung von Ostende (1601) durch die Conföderirten, in welcher viele durch Feuerkugeln „um ihre Gesundheit und Leben sind gebracht worden". Die Spanier erstickten sie mit nassen Häuten.

Bei einer Heerschau, welche der Große Kurfürst von Brandenburg 1686 hielt, wurden von den Constablern große Feuerkugeln geworfen, welche nicht auszulöschen waren, ungeachtet man ganze Fässer Wasser darauf goß und viele Erde darauf schüttete (Malinowsky II. 551).

4) Die Anwendung von Dampf-, Rauch- und Stinkkugeln 2c. mit der Absicht, die eigenen Arbeiten dem Feinde zu verbergen oder diesen aus Logements u. dgl. zu vertreiben, ist historisch nachgewiesen in der Belagerung von Bonn (1689), in

welcher bei einem gegen die Franzosen stehenden Wind „Dampfkugeln, Stinkpötte und allerhand Rauchwerk entgegengespielt wurde, und unter welchem Faveur des Rauches die Stücke und Feuermörsel aufgepflanzt und auf die Festung abgefeuert wurden" (Malinowsky III.); ferner in der zweiten Belagerung von Stettin, wovon weiter unten.

f. Verschiedene Wirkungen.

1. Wirkung des Schusses auf das Geschütz.

Von der Größe des Rücklaufs giebt Mieth einen Begriff, wenn er sagt, die Mörser hätten einen so starken Rücklauf, daß man glaubt, sie liefen in die Gießerei zurück.

Hingegen scheint das Bucken der Rohre wegen ihres großen Hintergewichts nicht bedeutend gewesen zu sein.

Daß die großen Ladungen die Dauerhaftigkeit der Geschützrohre sehr nachtheilig beeinflussen mußten, ist selbstredend; trotz einer sorgfältigen, auf Erfahrungssätze begründeten Proportionirung der Metallstärken und einer verbesserten Legirung der Broncerohre ist die Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit eine geringe. Mieth sagt, daß „viele geschmiedete eiserne Kanonen und auch anderes Geschütz oft schon nach 50 Schuß springe".

Bei Prag sollen 1648 bronzene Geschütze, die zuviel Zinn und Blei enthielten, durch das Schießen geschmolzen sein (Meyer, Handbuch der Geschichte der Feuerwaffentechnik). Von 20 im Jahre 1675 in Straßburg gegossenen Karthaunen reißen 2 nach 50 Schuß auf; innerhalb 3 Jahren wurden dort 124 Kanonen probirt, von denen nicht weniger als 34 verworfen wurden. — Während der Beschießung von Stettin zersprangen 4 Mörser, darunter einer der größten.

2. Selbstentzünden von Schüssen.

Bei Thorn (1625) entzündete sich ein Schuß beim Einbringen der Ladeschaufel von selbst.

In der Schlacht von Leipzig (1631) erhitzten sich die ledernen Kanonen der Schweden durch das Schnellfeuer derartig, daß sich die Schüsse von selbst entzündeten; erstere gaben in Folge ihrer raschen Erwärmung auch sehr unregelmäßige Schüsse. Die Oesterreicher hatten sich ihrer daher schon drei Jahre früher entledigt.

Bei der Belagerung von Grave (1674) traf eine französische

Kugel in einen holländischen 12Pfünder, der sich entlud und beide Kugeln in die Stadt zurückschickte.

3. Unbegreifliche Wirkungen.

Unter dem Titel: „Wirkungen, ohne daß man die eigentliche Ursachen weiß" bringt Schreiber in seinem „Feuerwerks-Laboratorium" (1671) S. 90 eine Abhandlung, die einen tiefen Einblick in die grobe Unwissenheit und den lächerlichen Aberglauben selbst der Koryphäen in der Artilleriekunst thun läßt; er schreibt:

„Es bezeuget die tägliche Erfahrung, daß unter allen Wirkungen, so durch die Natur mit Zubereitung der species, die Influenzen des Gestirns mitwirken, an allem dem was unterm Monden ist, dieweil den kundbar, daß der Salliter des Mondes Art und Eigenschaft von Natur den mehrern Theil an sich hat. Denn alle Dinge, die aus der Erde kommen, sein im zunehmenden Mond feucht, und im abnehmenden trocken. Und weil der Planeten Kräfte in allen Metallen wirken, als in Edelgesteinen, auch gemeinen Steinen, in Gold, Silber, Erz, Blei, Zinn, und in allem, was dem Menschen zu gute aus der Erde gebracht wird, ist nicht eines frei, das nicht sonderliche Wirkungen und Zuneigung von Gestirn hätte oder bekommt, sonderlich wenn sie unter einander vermischt werden, so verändern sich ihre Wirkungen manchmal merklich. Entweder sie helfen einander wirken und sind einander freundlich, oder aber verursachen Widerwärtigkeit und sind einander gar zuwider, darum sich ihre Widerwärtigkeit öfters einmal stärker läßt ansehen als das ander(mal). Denn es geschehen gleichwohl auch viele Dinge, durch sonderliche Eigenschaft der Natur, ja auch so wunderlich und unerforschlich, daß, ob man schon ihre Wirkung deutlich sieht und empfindet, kann doch dieselben verborgenen Ursachen niemand sagen oder an Tag geben!" — Als Beispiel führt Schreiber den bösen Blick der Weiber an, der Alles verdirbt, was sie „zu ungelegener Zeit" anblicken; so werden durch ihren Blick reine Spiegel fleckig und glanzlos, weißer Elfenbein wird bröcklich und verdirbt, die Schneiden der Waffen werden stumpf, die Wunden vergiftet u. s. w. Wenn man Salpeter läutert und ein solches Weib kommt dazu, „so will er nirgends anschießen, und er bleibet allzeit feucht". Dann soll es auch Leute geben, die das Feuer, die Büchsen und das Pulver besprechen und beschwören, d. h. ver-

hexen können. „Wer kann dessen Wirkung Ursachen deutlich und eigenwissentlich sagen“, ruft Schreiber in komischer Verzweiflung aus, „wie es zugehet, daß nur durch bloße Worte eines Menschen ein Ding, das ganz wider die Natur des Feuers ist, solche Kraft des Feuers kann verhindern, daß es seinen Fortgang nicht haben kann, wie es wohl sonst ohne solche Beschwürung hat gethan! Derowegen hier zu fragen wäre, ob man auch einem einen Schabernak mit solcher Bannerei thun könnte? Ich kanns zwar nicht eigentlich sagen. Aber wenn ich die Vernunft hierüber zu Rathe ziehe, so schleußt sie etwas. Denn es sein viele unerforschliche Dinge, die diesem Werk (id est dem Schießen) können zuwider seyn.“

Anderwärts*) wird es als eine Strafe Gottes für Lästern und Fluchen hingestellt, vom Geschützfeuer getroffen zu werden: „Dasselbe aber geht an ihnen aus, wenn sie etwa unter das Hagelgeschütz kommen und die großen Stücke mit Donner und Blitz auf sie geschossen werden, Summa gleichwie sie mit ihren feuerigen, vergifteten Zungen ihrem Nächsten Ehre und Glimpf abschneiden und ihren Gott unablässig schmähen und lästern, also werden sie auch mit allerhand feuerigen Schlangen und Ruthen stets heimgesucht und vergehen in dem Kriege wie Wachs an der Sonne.“

Und in den „Regeln, wonach die Büchsenmeister ihre Schuldigkeit ablegen sollen“, heißt es: „Wer ein Büchsenmacher sein will und bei seiner Kunst Glück haben will, der soll und muß Gott täglich vor Augen haben, denn man gehet hier mit Feuer und Pulver um, welches Gott dem Menschen zum guten Nutzen, und auch zum Schaden und zur Strafe richten kann“ u. s. w.

Der Aberglaube dieser Zeit, der im 30jährigen Kriege seinen Höhepunkt erreichte, suchte in allerhand bizarren sympathischen Mitteln Sicherung gegen Verwundung und Tod, und wenn die Feldherren die Sterne befragten, wie die Geschichte von Wallenstein meldet, so meinte der Soldat durch andere Geheimnisse sich „dingfest“ machen zu können.

Die sogenannte Passauische Kunst, sich kugelfest zu machen, erzeugte eine andere Gegenkunst: die Wirkung der festmachenden

---

*) „Geistliche Feldposaunen“ von P. Michael Stanger, Ord. St. Francisci, Augsburg (1647), S. 324.

Zaubermittel aufzuheben durch besondere Waffen oder geheimnißvolle Zubereitung der Munition u. dgl.

Simplicissimus führt im „satyrischen Pilgram" mehrere solche Künste an, deren Prakticirung er zum Theil mit eigenen Augen gesehen haben will, „als da sind, sich vor den Kugeln fest zu machen und hinwieder solche Festigkeiten aufzuthun; item alle 3 Tage 3 gewisse Schüsse zu haben, sodann einem andern das Rohr zuzubannen, daß er nicht schießen kann, so sind auch etliche, die ihre Kugeln zurichten können, daß sie Fleisch und Blut haben müssen und sollten sie auch vom Freien wieder umkehren und ihren Meister beschädigen."

(Fortsetzung folgt.)

XXVIII.

Das neue englische Hinterlader-Geschütz für reitende Batterien.

Man hat in England nach neuerdings angestellten Versuchen ein Hinterlader-Feldgeschütz construirt, von dem sechs Geschütze Anfang September d. J. einer reitenden Batterie überwiesen wurden, um dieselben in Bezug auf ihre Brauchbarkeit im Lager bei Oakhampton (Devonshire) zu probiren.

Die Rohre liegen in alten Laffeten aus mit Flanschen versehenen Eisenblechen. Bei den Protzen hat man eine Aenderung vorgenommen, indem man den nach oben zu öffnenden Deckel aufgab und anstatt dessen den Protzkasten mit zwei nach hinten sich öffnenden Thüren versah, welche gleichsam als Tische heruntergeklappt werden. Die Geschosse 2c. befinden sich in horizontalen Schubfächern nebeneinander liegend. Die Protze bietet Platz für zwei bis drei Mann, auch ist die Laffete mit Achssitzen versehen, auf welchen die beiden nicht berittenen Leute aufsitzen, welche jedes Geschütz einer englischen reitenden Batterie hat.

Das Rohr ist aus Stahl mit einem schmiedeeisernen Mantel versehen. Es hat ein Kaliber von 7,8$^{cm.}$ und schießt ein Geschoß von 5,9 Kilo, mit einer Ladung von nicht sehr grobkörnigem Pulver, bei einem Ladungsquotienten von 1 : 4,16, wobei es eine Anfangsgeschwindigkeit von 484$^{m.}$ erzielt.

Im Innern ist es mit 13 Zügen versehen, welche rechts Drall und eine Dralllänge von 33 Kalibern haben. Der Drall ist gleichförmig, die Züge, an der Mündung wie am Ladungsraum von gleichen Dimensionen, sind ca. dreimal so breit als die schmalen Felder. Der Ladungsraum, welcher nur bestimmt ist, die Kartusche aufzunehmen, geht durch einen Conus in die Züge über. Das

am Boden mit zwei Kupferringen versehene Geschoß tritt schon beim Laden bis an diese in den gezogenen Theil ein. Das auf den Ladungsraum folgende Ladeloch hat ungefähr einen 5mm. größeren Durchmesser als der Ladungsraum, welcher mit einem scharfen Absatz endigt. Hinter diesem Absatz, von welchem aus das Ladeloch beginnt, ist ein einfacher Kupferring eingelassen, welcher etwas über den Stahl im Ladeloch vorsteht.

Den Verschluß bildet eine Schraube, deren Muttergewinde sich im Ladeloch befindet, und deren Gewinde zu 3/6 ausgeschnitten sind. Dieser Schraubenverschluß kann, wenn herausgezogen, auf einem drehbaren Tisch zur Seite bewegt werden; ist er hineingeschoben, so genügt 1/6 Umdrehung, um die Schraube anzuspannen und so den Verschluß vollständig zu machen. Die Verschlußschraube ist mit einem flaschenbodenförmigen Kopf aus Stahl versehen, welcher ersetzt werden kann, und fast ganz so geformt ist, wie ein Preßspahnboden. Die obere Kante dieses Flaschenbodens wird durch die Verschlußschraube gegen den Absatz gepreßt, welcher sich am Ende des Ladungsraumes befindet, während die äußere Seite der Umkrempung dieses Flaschenbodens gegen den Kupferring anliegt. Wird der Flaschenboden durch die Pulvergase ausgedehnt, so werden seine Umkrempungen dadurch gegen den Kupferring gedrückt, so daß hier eine Liderung bewirkt wird, wenn der gegen das Rohrmetall gepreßte vordere Rand des Flaschenbodens nicht lidern sollte. Bei den ersten Versuchen hat diese Liderung ihre volle Schuldigkeit gethan, und waren keinerlei Ausbrennungen entstanden.

Beim Fahren lockerte sich leicht der Tisch, auf welchem der Verschluß drehbar ist, und konnte er dann nicht sofort geöffnet werden. Der Verschluß ist sonst einfach und leicht zu handhaben. Es ist schade, daß derselbe das Einsetzen einer messingnen Ladebüchse nothwendig macht, um das Beschädigen des scharfen Absatzes am hinteren Ende des Ladungsraumes beim Einbringen des Geschosses zu verhüten, es geht dadurch Zeit verloren, und liegt die Gefahr nahe, an die Liderungsflächen und an die Schraube Schmutz mit der Ladebüchse zu bringen, welche offen zwischen den Laffetenwänden transportirt wird.

Das Zündloch befindet sich senkrecht über dem Ladungsraum und hat ein kupfernes Zündlochfutter.

Um ein Abfeuern des Geschützes bei nicht fest geschlossenem Verschluß zu verhüten, schiebt sich beim Oeffnen desselben ein

Riegel über das Zündloch, welcher nur zurückgezogen werden kann, wenn der Verschluß völlig geschlossen ist. Von diesen Zündlochvorreibern wurden gleich bei den ersten Versuchen zwei durch die aus dem Zündloch entweichenden Gase abgesprengt. Ferner ward der eine dadurch verbogen, daß sich die Verschlußschraube beim Abfeuern nicht unbedeutend nach der Richtung des Oeffnens drehte. Bei dreien der sechs Geschütze mußte dieser Vorreiber durch einen Kanonier zurückgeschoben werden, bei den anderen drei waren verschiedene Vorrichtungen getroffen, vermittest welcher durch Hebel oder Federn dieser Riegel beim Schließen des Verschlusses vom Zündloch von selbst entfernt wurde.

Für die Visireinrichtung sind an der Mündung seitlich zwei Zapfen angebracht, in welchen sich eine Höhlung für das Korn befindet. Ein Korn kann auch auf der rechten Schildzapfen-Scheibe befestigt werden. An dem Korn ist bemerkenswerth, daß unter der Spitze in einem viereckigen Ausschnitt ein Fadenkreuz angebracht ist, um ein besseres Richten zu ermöglichen. Correspondirend mit diesem hat jeder Aufsatz eine Höhlung, durch welche vermittelst des Fadenkreuzes nachgerichtet werden soll. Der eine zum Versuch gestellte Aufsatz hatte auf der einen Seite eine Eintheilung für die lange Visirlinie bis zu 6°, auf der anderen Seite für die kurze Visirlinie bis zu 12°, was einer Entfernung von 5000 Yard = 4560m. entsprach.

Die Seitenverschiebung ist in Graden angegeben und wird durch eine Schraube genommen.

Einer der zu probirenden Aufsätze hatte ferner eine Schraube, um den Aufsatz, der um eine parallel zur Seelenaxe liegende Axe drehbar ist, mit Hilfe einer Libelle horizontal zu stellen und so Fehler durch schiefen Räderstand zu vermeiden.

Die Richtmaschine ist eine Zahnbogen-Richtmaschine; das Rad, an welchem der Kanonier dreht, liegt horizontal über der Laffetenwand und hat eine senkrechtstehende Handhabe. Diese Anordnung zwingt den Mann, in einer gebückten, nicht sehr bequemen Stellung zu richten, da er sich nicht auf den Laffetenschwanz legen kann. Der Zahnbogen ist mit dem langen Rohr verbunden, dessen Schildzapfenaxe weit nach hinten liegt.

Der Richtbaum ist aus Eisen, ist nicht seitlich, sondern auf dem Laffetenschwanz befestigt und kann umgelegt werden. Mit einem Quergriff für beide Hände versehen, ist er handlich, doch macht es

Schwierigkeiten, ihn zu gebrauchen, wenn durch den Rücklauf der Laffetenschwanz mit Sand bedeckt ist.

Um den Rücklauf zu hemmen, sind die Buchsen der Laffetenräder mit kleinen Zahnrädern versehen, in welchen ein Riegel eingestellt werden kann. Da diese Hemmvorrichtung beim Schießen stets gebraucht wurde, war der Rücklauf unbedeutend, es sprangen aber eine große Anzahl von Nieten an den Laffeten ab.

Ehe die Geschütze im Lager von Okhampton probirt wurden, wo ein regnerisches Klima und rauher Boden ihre Feldtüchtigkeit beweisen sollte, hat man ihre Trefffähigkeit in Shoeburyneß geprüft und sie für gut befunden. Wenn daher bei den ersten Schießversuchen im Lager geringe Resultate erzielt wurden, war dies vielleicht mehr die Schuld der ungenügenden Munition, von welcher am ersten Tage bei Granaten 6% Rohrkrepirer und 14% Blindgänger vorkamen, während an demselben Tage bei Shrapnels mit vereinigtem Perkussions- und Zeitzünder (Ringzünder) 20% nicht und 4% im Rohr krepirten.

Besser funktionirte ein Holzsäulenzünder, er ergab nur 4% Blindgänger, doch nahm sein Fertigmachen lange Zeit in Anspruch.

Das verwendete Shrapnel, dessen Sprengladung sich am Boden befindet, hält die Kugeln sehr eng beisammen, doch auch mit ihm wurden weniger Treffer erzielt, als man auf die geringen Distanzen von 1400 und 1800m., auf welche geschossen wurde, hätte erwarten sollen.

Die Engländer verwenden noch immer einen Distanzenmesser und setzen viele ihrer Artilleristen eine große Hoffnung in die Erfindung eines brauchbaren Instrumentes dieser Art, von dem sie mehr zu erhoffen scheinen als von einem regelrechten Einschießen.

Ob diese Hinterlader-Geschütze eingeführt werden oder nicht, wird die Zukunft lehren; viele hoffen es in England, sehr viele, und auch artilleristische Autoritäten von Einfluß halten fest an den alten Vorderladern, und scheinen es nicht ungern zu sehen, wenn irgend welcher Umstand einen Hinterlader als unbrauchbar erscheinen läßt.

Röder,
Sekonde-Lieutenant im Feld-Artillerie-Regiment Nr. 15.

XXIX.

Feldmäßige Heizung von Zelten.

In „Streffleur's österreichische militärische Zeitschrift" (September-Heft pro 1880) berichtet Hauptmann Eder vom 76. Infanterie-Regiment über einen von ihm angegebenen Heiz-Apparat, durch den er sich und seinen zum Straßenbau commandirten Leuten trotz rauher Schneestürme und niedriger Temperatur eines bosnischen Spätherbstes in 900$^{m.}$ Höhe warme Zelte verschafft hat.

Die benutzten Zelte waren theils österreichische — kleine von länglich rundem Grundriß, 5,5$^{m.}$ resp. 4,5$^{m.}$ Durchmesser, zu 10 Mann und große (7$^{m.}$ resp. 8$^{m.}$ Durchmesser) zu 30 Mann, — theils aus türkischem Besitz übernommene Zelte englischer Construction; letztere kreisrund von etwas über 5$^{m.}$ Durchmesser und doppelwandig, daher an sich wohnlicher.

Die Heizanlage eines Zeltes bestand aus einer Heizgrube, dem Feuerraume, dem liegenden Rauch-Abzugskanal und dem lothrechten Schornstein. Heizgrube und Feuerraum lagen innerhalb des Zeltes seitwärts des Centrums; der liegende Rauchkanal ging unter der Zeltwand durch nach außen; der Schornstein stand außerhalb, etwa 2,5$^{m.}$ vom Fuße des Zeltes entfernt.

Die Heizgrube, 80$^{cm.}$ breit und vom Revers nach dem Feuer zu 65$^{cm.}$ messend, ist durch zwei Brettstückchen an der Revers-Oberkante zum Sitze aptirt; die Sohle ist auf 40$^{cm.}$ vom Revers aus 60$^{cm.}$ tief; in den vorderen 25$^{cm.}$ nur 44$^{cm.}$ tief. Diese Vertiefung am Revers soll das Schuhwerk des auf dem Revers Sitzenden vor der strahlenden Hitze schützen.

Der liegende Rauch-Abzugskanal, durchweg 15 bis 20$^{cm.}$ breit, beginnt im Niveau der höheren Heizgruben-Sohle,

also 44$^{cm.}$ unter der Zeltsohle, und steigt in seiner Sohle mindestens 30$^{cm.}$ Wenn das Terrain es gestattet, daß die Ansteigung mehr beträgt, so ist dies für den guten Zug des Ofens selbstverständlich nur von Vortheil. Man wird es daher gern sehen, wenn man z. B. ein Zelt auf eine aus einem Abhange abgestochene Plattform setzen und den Rauchkanal dem Abhange entsprechend steigen lassen kann.

Sehr wichtig zeigte sich die Stellung der Rauchkanal-Achse zur Hauptwindrichtung. Sie durfte wenig von 90 Grad abweichen, wenn man nicht zeitweise Zurücktreten des Rauchs in das Zelt riskiren wollte.

Der Feuerraum wird an dem Punkte hergerichtet, wo der liegende Rauchkanal aus der Heizgrube abgeht. Wie schon bemerkt, liegt deren Sohle in gleichem Niveau (44$^{cm.}$ unter der Zeltsohle). Die Heizgruben-Breite von 80$^{cm.}$ bleibt nur in der Sohle dieselbe und verjüngt sich in schlanken Curven, so daß in 0,5$^{m.}$ Abstand vom Entrée die Rauchkanal-Breite von 15 bis 20$^{cm.}$ erreicht ist. Der Sturz des Feuerraumes beginnt gleich am Entrée mit nur 50$^{cm.}$ Breite. Die gebogenen Wangen des Feuerraumes beginnen also mit je 15$^{cm.}$ Ueberhang. Daß demzufolge der Feuerraum in seiner Achsenrichtung durch die gebogen convergirenden Wangen sanft in den Rauchkanal-Querschnitt übergeht, begünstigt wesentlich Brand und Zug des Heizfeuers. Die Ueberdeckung des Feuerraumes und des Rauchkanals, soweit er innerhalb des Zeltes lag, wurde am liebsten durch Blechtafeln bewirkt, die man aus geleerten Conservenbüchsen — (den Boden ausgeschlagen, die Wand aufgeschnitten und gerade geklopft, die einzelnen Stücke zu entsprechend langen Streifen zusammengefalzt und genagelt — Alles mit Hülfe des Infanteriespatens) herstellte.

Wichtig für das „Ziehen" war es, während des Feuerns einen etwa als Viertel-Cylinder gebogenen Blechstreifen am Sturz des Feuerraumes als Rauchschirm oder sogenannten Widerwog anzubringen, wie es ja bekanntlich bei Kaminen meist geschieht. Sobald das Feuer ausgebrannt war, wurde der Widerwog entfernt, um mehr Ausstrahlungsfläche zu gewinnen.

Das Auflager der Blechdecke auf den Erdrändern des Rauchkanals wurde durch eine aufgestrichene Wulst von Lehm gedichtet.

Außerhalb des Zeltes war der Rauchkanal mit Steinen resp. Rasenziegeln gedeckt.

Aus letzterem Material wurde auch der Schornstein — quadratischer Querschnitt von 20cm. Seite — bis etwa 2m. über Feuerraum-Sohle aufgeführt.

Zur Zug-Regulirung dienten eventuell noch zwei Einrichtungen: erstens ein Blechschieber im Rauchkanal, um dessen Querschnitt zu verengen, und zweitens ein Blech-Aufsatzrohr für den Schornstein in Form eines aufgeschnittenen Cylinders; der etwa 20cm. weite Schlitz wird unter den Wind gedreht

Es wurde mit frisch aus dem Walde geholtem, also grünem Holze geheizt. Da solches bekanntlich zunächst viel Rauch entwickelt, so mußte das Anheizen vorsichtig und mit nicht zuviel Holz auf einmal bewirkt werden.

Längs beider Seiten des Rauchkanals, soweit er innerhalb des Zeltes lag, und der Heizgrube wurden einfache Stangen-Barrieren errichtet; nicht nur eine selbstverständliche Sicherheitsmaßregel, sondern zugleich Gelegenheit zum Trocknen durchnäßter Kleidungsstücke der Zeltbewohner.

Ueber den guten Erfolg der Heizung äußert der citirte Artikel sich folgendermaßen:

„Vom 15. Oktober an traten dreimal die heftigsten Schneestürme ein. Nichtsdestoweniger war ich zur selben Zeit gegen Mitternacht bei ganz behaglicher Wärme, ohne daß etwa übermäßig geheizt worden wäre, in meinem Zelte halb ausgekleidet mit Schreiben beschäftigt; die Mannschaft traf ich unter gleichen Umständen zumeist ausgekleidet auf der Decke liegend. Der Mangel eines Thermometers benahm mir die Möglichkeit, Temperatur-Aufzeichnungen vorzunehmen, doch dürfte zu jener Zeit dieselbe in den Zelten + 18 bis 20°, außerhalb —6 bis 8° R. betragen haben.

Constatirtermaßen wurden stets, nachdem um 12 Uhr Nachts die Flamme erloschen, noch um 6 Uhr Morgens genügend viel glimmende Kohlen im Ofen angetroffen und auch die Temperatur war noch warm zu nennen.

Der Consum an Holz dürfte ungefähr 1/8 kbm. innerhalb 24 Stunden betragen, angenommen, daß eine Temperatur von 0° bis —4° R. herrscht."

Nach einer auf Befehl des Divisions-Commandeurs am 10. December 1879 ausgeführten Heizprobe in einem 30 Mann-Zelte ist durch das Verbrennen von etwa 60 Kubikdecimetern Holz

während zweier Stunden eine Temperatur-Zunahme von 23° (von —9 bis +14°) erzielt worden. In der nächsten halben Stunde stieg die Temperatur im Zelte noch um 4½°; schade, daß die Beobachtung nicht länger fortgesetzt oder, falls dies geschehen, nichts darüber mitgetheilt ist. Wahrscheinlich würde das Heizen in gleicher Weise, wie es begonnen, haben fortgesetzt werden müssen und dann doch vielleicht im Laufe des ganzen Tages gegen 0,4 kbm. Holz gebraucht worden sein. Auf die Nothwendigkeit längeren Heizens läßt die obige Bemerkung schließen: „nachdem um 12 Uhr Nachts die Flamme erloschen."

Sehr sparsam wird ein solcher Ofen freilich nicht sein, es aber auch nicht zu sein brauchen. Es genügt, wenn er geeignet ist, ein Zelt ohne erhebliche Feuersgefahr und ohne die Gefahr von Oxydgas-Vergiftung behaglich zu erwärmen, und wenn er dabei so einfach construirt ist, daß die Zelt-Belegschaft selbst ohne Handwerker und Handwerkszeug als ihren Infanteriespaten ihn herzustellen vermag.

Diesen Bedingungen scheint der Eder'sche Zelt-Erdofen durchaus entsprochen zu haben und daher die Beachtung aller Truppen zu verdienen. Er ließe sich selbstverständlich ebenso in Blockhäusern, Laub-, Stroh-, Erdhütten, kurz in allen feldmäßigen Unterkunftsräumen anwenden.

R. II.

XXX.

„Totale“ Trefffähigkeit.

Die in meiner Schrift: „Ueber die Bewaffnung der Feld-Artillerie“ (Berlin 1880) auf S. 100 gegebene Begriffserklärung und Formel für „totale“ Trefffähigkeit ist im vorigen Heft dieser Zeitschrift (87. Bd., 5. Heft, S. 437, Nr. XXIV) einer kritischen Erörterung unterzogen worden. Der ungenannt gebliebene Herr Verfasser des bezüglichen Beitrages („Die Trefferreihen als Maßstab der Trefffähigkeit der Feldgeschütze“) sagt darin unter anderem: „— — Hiernach ist ganz klar, daß die so definirte „„totale Trefffähigkeit““ durchaus kein passender Maßstab für die Beurtheilung der Trefffähigkeit eines Geschützes sein kann.“

„Es läßt sich leicht nachweisen, worin das begründet ist. Bezeichnet man den Fallwinkel mit ε, so ist der bestrichene Raum für ein Ziel von der Höhe h:

$$B = \frac{h}{tg \cdot \varepsilon};$$

ebenso ist die Ziellänge für 50 % Treffer — wenn Z' 50 % die Zielhöhe für 50 % Treffer —

$$Z\,50\,\% = \frac{Z'\,50\,\%}{tg \cdot \varepsilon}.$$

„Da die totale Trefffähigkeit nach der Definition

$$T = B - Z\,50\,\%$$

ist, so folgt unmittelbar

$$T = \frac{h - Z'\,50\,\%}{tg \cdot \varepsilon}.“$$

„Dieser Ausdruck kann groß werden, einmal wenn Z' 50 % sehr klein ist, **dann aber auch dadurch, daß ε groß wird.** Letzteres ist aber keineswegs günstig für die Trefffähigkeit, und kann

daher diese Formel für T nicht als „„eine angemessene Kombination der absoluten und relativen Trefffähigkeit““ angesehen werden.“ —

Gegen diese Ausführungen des Herrn Verfassers würde in der That sehr wenig einzuwenden sein, wenn sie nicht den vorstehend fett gedruckten Satz enthielten; dieser Satz aber ist vollkommen unrichtig und die daraus gezogenen Schlüsse sind hinfällig, was kaum des Beweises bedarf. Denn der Tangens wächst bekanntlich von 0 bis ∞, während der Winkel von 0 bis 90° zunimmt; wenn also ε größer wird, so muß auch $tg.\varepsilon$ größer werden und damit der Werth des Bruches $\frac{h - Z' 50\%}{tg.\varepsilon}$ sich verringern, anstatt, wie der Herr Verfasser meint, zu wachsen.

Mit anderen Worten: die Formel $T = B - Z\,50\%$ trägt dem selbstverständlich günstigen Einfluß eines kleinen Fallwinkels auf die Trefffähigkeit unzweifelhaft Rechnung.

Dieser Versuch einer Kritik des von mir gebrauchten Ausdrucks: Die totale Trefffähigkeit ist gleich der Länge des bestrichenen Raumes weniger der Ziellänge für 50% Treffer — muß sonach als mißlungen betrachtet werden.

Was schließlich die von dem Herrn Verfasser an die Stelle jener Formel gesetzten „Trefferreihen“ anbelangt, so halte ich zwar dies System, die Trefffähigkeit zu beurtheilen, in mehreren Beziehungen für anfechtbar, muß mir aber alle desfallsigen Bemerkungen für eine spätere Gelegenheit aufsparen, weil meine Zeit gegenwärtig zu sehr in Anspruch genommen ist, um mir die Durchführung der dazu erforderlichen, ziemlich umfangreichen Rechnungen zu gestatten.

Hanau, den 6. November 1880.

Wille, Major.

XXXI.

Kleine Notizen.

1.

Wittmann's Curveometer in Bleistiftform. Aus einem Plane oder einer Karte die wirkliche Länge eines vielgekrümmten Weges oder Wasserlaufes mittelst Zirkel und Maßstab abzunehmen, ist daheim am festen Schreibtisch durchaus angängig und ausreichend; nicht so im Felde, zumal für Berittene. Man hat Instrumente ersonnen, deren Grundlage ein am Rande rauhes Rädchen ist, das, der fraglichen Trace nach über das Papier geführt, durch Reibung in Umdrehung versetzt wird. Es erübrigt nur noch, eine Anordnung zu treffen, die leicht erkennen läßt welcher Länge die während des Nachziehens stattgehabten Umdrehungen des Meßrädchens entsprechen. Dem in der Ueberschrift bezeichneten Apparate wird nachgerühmt, daß dieses Messen einfach, genau und zuverlässig erfolge. Das betreffende Rädchen ist 20zähnig und sein Umfang gleich 20 Millimeter. Es befindet sich am untern Ende einer $7^{cm.}$ langen $5^{mm.}$ Durchmesser haltenden geschlitzten Metallhülse und überträgt seine Rotation auf Achsendrehung eines in der Hülse befindlichen mit Schraubenschnitt versehenen Stäbchens. Auf diesem sitzt eine Mutter, die in den Schlitz der Hülse eingreift und in diesem entsprechend entlang gleiten muß, wenn das Meßrädchen, auf dem Papier entlang geführt, sich vertikal und die Spindel demzufolge horizontal dreht. Am Schlitz ist die eutsprechende Theilung eingravirt, die unmittelbar ablesen läßt, wie viel Centimeter das Meßrädchen durchlaufen hat. Das Verhältniß zwischen Radumfang und

Schraubenganghöhe ist so gewählt, daß der kurze Stiel des Instruments doch einen vollen Meter auf der Karte umfaßt. Man liest nur die wirklich durchlaufenen Centimeter ab und muß natürlich noch erst ausrechnen, wie viel das nach dem Maßstabe der benutzten Karte austrägt. Dafür ist das Instrument nun auch für jeden Maßstab gleich brauchbar.

Zu haben ist das Instrument bei dem Hof-Optiker J. Neuhöfer, Kohlmarkt Nr. 7 in Wien; es kostet 2 Fl. 40 Kr. oder rund 5 Mark. R. II.

2.

Bei Tiefbohrungen bilden die in den oft mächtigen Diluvial-Schichten verstreuten urzeitlichen Gerölle und Geschiebe bekanntlich eine sehr unwillkommene Begegnung des Bohrens, bei der schon manches unvorsichtige Futterrohr zu Schaden gekommen ist. Die alte Sprengtechnik war so gut wie machtlos gegen solche Widerstände; Dynamit und Genossen im Verein mit der elektrischen Zündung gehen dem oft tief versteckten Feinde erfolgreich zu Leibe. Unser Eisenbahnregiment hat einige bezügliche Proben geliefert. Die eine (beim Brunnenbohren in der Fabrik von Siemens und Halske) war lehrreich, weil dabei auf besondern Wunsch des Brunnenmeisters das Zurückziehen des Futterrohrs unterlassen und dasselbe daher bei der Sprengung des Steins beschädigt worden ist. Drei andere Sprengungen (Gasanstalt von Schöneberg; in der Wörther Straße; bei Tegel) mittelst Patronen von 0,1 kg Dynamit geriethen — selbst bei 33m. Tiefe und 20m. Grundwasser, weil das Futterrohr um 1,5m. von dem zu spaltenden Steine zurückgezogen worden war.

XXXII.

Literatur.

Oesterreichische Musterblätter kriegsbautechnischer Constructions-details.

Im 83. Bande des Archivs (1878) wurde bereits auf das Erscheinen der

„Sammlung von Constructionsdetails der Kriegs-baukunst"

aufmerksam gemacht, welche von dem K. K. österreichischen technischen und administrativen Militär-Comité in Wien herausgegeben wurde.

Dieselbe eminent competente Stelle, die zur Zeit den Beginn des Erscheinens der fraglichen Mustersammlung im Archiv signalisirte, hat die nachstehende resumirende Besprechung des zum Schlusse gekommenen Unternehmens mitgetheilt und deren Veröffentlichung durch unsere Zeitschrift gestattet.

Das Werk entspricht in vollem Maße den Erwartungen, die man an dasselbe zu stellen berechtigt war.

Die 182 Blatt Lithographien desselben zeichnen sich durchweg durch Deutlichkeit und saubere Ausführung der Figuren aus und bieten eine solche Fülle correct dargestellter Einzelconstructionen, wie sie unseres Wissens — außer in Preußen vor längeren Jahren durch die v. Prittwitz'schen Blätter — sonst noch nirgends veröffentlicht worden sind.

Der I. Band behandelt die Maurer- und Steinmetzarbeiten in 7 Abschnitten.

Abschnitt 1, Mauern, enthält zunächst ein Schema verschieden geformter Futtermauern ohne Erdüberhöhung, von gleicher Stabilität, nach der graphischen Methode des Professor Holzhey bestimmt. Hierauf folgt ein nach derselben Methode bestimmtes Schema über die Stärke rechteckiger Futtermauern bei verschiedenen Erdüberhöhungen, welches mit Hülfe der theils auf dem Blatte selbst, theils in einem Nachtrage gegebenen Erläuterungen, zu einer kurzen und einfachen Art der Bestimmung der Mauerstärke benutzt werden kann, ohne in jedem Falle erst auf die Theorie oder längere graphische oder mathematische Ermittelungen eingehen zu brauchen. Hieran schließt sich noch eine Tabelle über die Stärke verschieden geböschter Futtermauern ohne und mit Erdüberhöhung. Nicht unerwünscht würde es gewesen sein, wenn auch für die vortheilhaftesten Abmessungen der Futtermauern mit Absätzen und mit Strebepfeilern ähnliche Angaben hinzugefügt worden wären.

Es folgen hierauf die Ziegel- und Steinverbände einfacher Mauern, welche ihre Ergänzung für die complicirteren Mauerconstructionen sehr zweckmäßig dadurch finden, daß späterhin in jeder derartigen Figur der Ziegel- oder Steinverband angegeben wird.

Bei den verschiedenen Fundirungsarten, über deren Anwendung in den einzelnen Fällen eine besondere Tabelle beigegeben ist, hat sich das Werk auf die Darstellung der einfachsten Fälle beschränkt und weist für die schwierigeren Fundirungsarten auf die betreffenden Handbücher 2c. hin. Es erscheint dies wohl gerechtfertigt, da die schwierigeren Gründungen im Ganzen doch nur selten in der Kriegsbaukunst vorkommen und ihre Aufnahme vielleicht den Umfang des Werkes zu sehr ausgedehnt haben würde.

Indessen hätte die Fundirung auf Brunnen und Erdbögen vielleicht doch durch einige Figuren veranschaulicht werden können.

Der Abschnitt 2, Cordons, behandelt in sehr sorgfältiger und eingehender Weise die verschiedenen Arten der Eindeckung der freistehenden, der Futter-, Flügel- 2c. Mauern.

Abschnitt 3, Gewölbe, giebt zunächst auf dem ersten Blatt ein Schema (nach Scheffler) und eine Tabelle zur Bestimmung der Stärke der Gewölbe und Endwiderlager nebst den nöthigen Erläuterungen, letztere zum Theil in einem Nachtrage. Mit Hülfe dieses Blattes lassen sich die Abmessungen der Gewölbe und Wider-

lager in einfacher Weise bestimmen, ohne eingehendere Ermittelungen anstellen zu müssen.

Für die praktischen Zwecke des Werkes wäre es vielleicht erwünscht gewesen, diese Angaben auch auf die Mittelwiderlager und die mit Erde hinterfüllten Endwiderlager ausgedehnt zu sehen.

Hierauf folgt eine große Auswahl von instructiven Beispielen über das Eingreifen von bombensicheren Gewölben über Nischen, Durchgängen 2c. in die Hauptgewölbe, ferner über die Construction der Gewölbe über Treppen und Poternen. Es fällt hierbei auf, daß hier, wie auch späterhin — wie es scheint principiell — die Anwendung der Kreuzgewölbe ganz ausgeschlossen worden ist. Unseres Erachtens müssen allerdings die Kreuzgewölbe bei größeren und wichtigen bombensicheren Räumen thunlichst vermieden werden; doch gewährt ihre Anwendung mitunter den Vortheil einer leichteren und gefälligeren Construction, die häufig auch eine Raumersparniß mit sich bringt. Wir würden daher einige Figuren, welche die Anordnung einfacher Kreuzgewölbe zeigen, in diesem Abschnitte gern gesehen haben.

Nach einigen Blättern, welche die Ziegel- und Steinverbände der Gewölbe enthalten, folgen dann in ganz besonders gelungener Darstellung isometrische und axonometrische Ansichten von Gewölben über Nischen, Durchgängen, Kuppeln, Gallerien 2c., sowie Ansichten von schrägen Tonnengewölben mit sehr correcter und verständlicher Einzeichnung des Steinschnittes. Namentlich werden diese vortrefflichen Darstellungen dem Anfänger wesentlich das Verständniß der immer einige Schwierigkeiten bereitenden complicirteren Gewölbeconstructionen erleichtern.

Die übrigen Blätter dieses Abschnitts enthalten die Anordnung der Aufmauerungen, Absattelungen und Abwässerungen über den Gewölben, die Construction von „Hohlböden" unter Kasematten zur Trockenlegung der letzteren, wobei auch interessante Beispiele über Drainage-Einrichtungen in Beton gegeben werden, und endlich eine Reihe von Beispielen für die Construction von Futtermauern mit Entlastungs- und Breschbögen.

Abschnitt 4, Scharten, liefert in einer großen Anzahl von vortrefflich ausgeführten Figuren die Constructionsgesetze für Gewehr- und Geschützscharten, sowie eine große Zahl von Beispielen für Scharten, die unter besonderen Verhältnissen und für besondere Zwecke anzulegen sind.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß hier einer rationellen Construction der Scharten, in Bezug auf die den jedesmaligen Umständen entsprechende zweckmäßigste Anschlagshöhe, Schartenöffnung ꝛc., besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden ist.

Abschnitt 5, Licht- und Ventilationsöffnungen, giebt zunächst die Construction der Fenster und Lichtöffnungen in Ziegel- und Hausteinmaterial mit detaillirter Einzeichnung der Steinverbände, und demnächst die Anordnung der Ventilationsöffnungen, Rauchabzüge, Luftschlote und Luftcanäle für die Lüftung der Kasematten und Pulvermagazine. Auf die sehr sorgsam und zweckmäßig angeordneten Einrichtungen für Trockenlegung und Lüftung der Pulvermagazine auf Blatt 9 und 10 kann besonders aufmerksam gemacht werden.

Abschnitt 6, Thüren und Thore, enthält in zahlreichen Figuren die Construktionen in Ziegel und Haustein, ebenfalls mit detaillirter und sehr lehrreich dargestellter Angabe der Steinverbände.

Wie dies auch bei den Fenstern geschehen ist, sind einige Beispiele für eine einfache architektonische Ausschmückung der Thore ꝛc. in zweckmäßiger Weise mit der Darstellung der constructiven Details in Verbindung gebracht.

Abschnitt 7, bombensichere Decken mit eisernen Trägern, giebt auf drei Blättern die Construction bombensicherer Decken, deren Eisenbalkenlage, ähnlich wie bei uns, mit Beton- und Bodenschicht überdeckt wird. Nach der Anmerkung auf Blatt 3 ist die Auseinanderlage der ⊥ Balken veränderlich, so daß man bei demselben Bauobject für verschiedene Spannweiten nur ein Balkenprofil zu verwenden braucht, wenn auch dadurch für die Beton- bezüglich Bodenschicht verschiedene Stärken bedingt werden. Normalmaße scheinen für letztere nicht vorhanden zu sein, wenigstens zeigen die Figuren 1b und 2b des Blattes 1 eine Eisen- und Betonstärke von zusammen $1^{m.}$ bei $1{,}70^{m.}$ Stärke der Erddecke, während diese Maße in den Figuren 1b und c des Blattes 2 bezüglich 0,60 und $2^{m.}$ betragen. Bei den Details sind die breitbasirten Mauerauflager der Deckenbalken hervorzuheben, welche zur Uebertragung der Geschoßwirkung auf das Mauerwerk ganz besonders geeignet erscheinen.

Die auf Blatt 2, Figur 4a, b und c, und auf Blatt 3,

Figur 4, dargestellten Deckenconstructionen aus Eisenbahnschienen sind sehr sorgfältig durchgearbeitet und empfehlen sich bei permanenten Bauten in solchen Fällen, wo größere Bestände dieser Schienen zur Verfügung stehen.

Im Uebrigen liefert auch dieser Abschnitt den Beweis einer sehr sachgemäßen und verständnißvollen Behandlung des Gegenstandes.

Der II. Band des Werkes enthält in

Abschnitt 1, Zimmermannsarbeiten, zunächst auf vier Blättern sehr erschöpfend die verschiedenen Arten von Gerüsten für Maurerarbeiten, und auf drei Blättern die Lehrbögen für Wölbungen, bei welchen die axonometrischen Ansichten ein höchst anschauliches Bild von der Aufstellung und Einschalung der Lehrgerüste geben. Weniger ausführlich sind die übrigen Zimmermannsarbeiten des Festungsbaues behandelt, die auf nur einem Blatt zur Darstellung gelangen und nur einzelne Specialitäten, wie Zimmerdecken, Hohlböden für Munitionsmagazine, Lamperien &c. herausgreifen.

Die Abschnitte 2, 3 und 4, Tischler-, Schlosser- und Maschinistenarbeiten, geben in sechs, acht und bezüglich zehn Blättern — namentlich in dem letztgenannten über Zug- und Rollbrücken, Munitionsaufzüge, Mörtelmaschinen &c. — ein ausgezeichnetes Detailmaterial für alle in diesen Fächern vorkommenden Arbeiten, nicht nur für den bauleitenden Offizier, sondern auch für den mit der Ausführung betrauten Handwerker.

Der Abschnitt 5, Eisenpanzer-Constructionen, erstreckt sich auf die zum großen Theil bei uns schon ausgeführten Gruson'schen Hartgußpanzerungen und auf den bekannten Krupp-schen Schmiedeeisen-Panzerstand. Die Zeichnungen geben anschauliche Bilder dieser mehr oder minder complicirten Constructionen. Details sind zweckmäßigerweise nicht mit aufgenommen worden, wohl aus dem Grunde, weil diese, zumal bei Panzerthürmen, ohne praktische Anschauung in manchen Punkten kaum verständlich sein würden. Die den Zeichnungen der Hartgußpanzerungen beigefügten Angaben über die Gewichte der Panzerplatten lassen erkennen, welche Lasten den Fundamenten zugemuthet bezüglich durch den Drehmechanismus der Thürme in Bewegung gesetzt werden müssen. Die saubere und correcte Ausführung der Zeichnungen verdient besondere Anerkennung.

Abschnitt 6, Detailanordnungen, giebt auf 24 Blättern die specielle Einrichtung einzelner in der Kriegsbaukunst vorkommenden Bauwerke, und zwar Munitions- und Pulvermagazine, Hohltraversen, die verschiedenartigsten Grabenvertheidigungs-Anlagen, Kochheerde, massive Treppenconstructionen, Aborts- und Canalisationsanlagen, Cisternen, Brunnen mit Pumpen, sowie endlich Schleusenanlagen und Flußsperren, deren Besprechung im Einzelnen bei der reichen Fülle des Materials nicht möglich ist. Es muß jedoch bei diesem Abschnitt dahingestellt bleiben, ob bei einzelnen Gegenständen, z. B. den zum Theil complicirte Constructionen enthaltenden Grabenvertheidigungs-Anlagen und in den Blättern über Canalisation, es sich mehr empfohlen haben würde, nur das durch die Praxis als bewährt Anerkannte zu geben.

Der Abschnitt 7, Projecte permanenter Werke und Batterien, bringt im Speciellen zur Darstellung:

auf Blatt 1—8 und 17—25 Beispiele für permanente Gürtelforts im Flach- und Hügellande;

auf Blatt 9—16 Beispiele für permanente Forts im Gebirge;

auf Blatt 26, 27, 30, 31 Beispiele für provisorische Gürtelforts im Flach- und Hügellande;

auf Blatt 28 und 29 ein provisorisches Gebirgsfort;

auf Blatt 32 und 33 Beispiele für permanente Küstenforts und Batterien.

Es finden sich hierbei die verschiedenartigsten Constructionen in Bezug auf Grundriß und Profil, und es ist auch die Anwendung von Panzern (System Gruson) sowohl für Küstenwerke als auch auf Blatt 23—25 für die Landbefestigung veranschaulicht worden.

Mit besonderer Anerkennung muß hervorgehoben werden, daß sich das K. K. Comité nicht darauf beschränkt hat, Normalschemata zu geben, sondern daß die Entwürfe zum Theil dem Terrain angepaßt worden sind, für welches zu diesem Zwecke besonders schwierige Gestaltungen supponirt wurden.

Es kann nicht Aufgabe dieser Besprechung sein, die Entwürfe einer sachlichen Kritik zu unterziehen, zumal für eine solche ein Haupterforderniß, nämlich die Kenntniß der Motive, fehlen würde, welche für die österreichischen Ingenieure bei Aufstellung ihrer, von den unsrigen zum Theil nicht unerheblich abweichenden Normalvorschriften maßgebend waren. Denn daß die gewählten Beispiele

im Wesentlichen auf diesen Normalvorschriften beruhen, wird nicht zu bezweifeln und die bezügliche Anmerkung auf Blatt 3 nur dahin zu verstehen sein, daß hinsichtlich der Details hier und da, „um allgemein zu bleiben", von den bestehenden Normen abgewichen wurde.

Die sehr correct gefertigten, durch Renvois nach Bedarf erläuterten Zeichnungen gewähren durchweg ein anschauliches Bild der darzustellenden Gegenstände und werden — dem Zwecke der ganzen Sammlung entsprechend — sowohl für den fachwissenschaftlichen Unterricht auf den Bildungsanstalten, als auch für das eigene Studium und für den praktischen Gebrauch von wesentlichem Nutzen sein.

Hier und da wäre vielleicht noch die Hinzufügung einiger Constructionsmaße, z. B. für die Bestimmung der Stärke der Erdvorlagen vor den Hohlbauten ꝛc., zu wünschen gewesen.

Die Blätter 1, 2 und 17 — Vorarbeiten — scheinen wesentlich als Grundlage für den Unterricht bestimmt zu sein, da die am Rande gegebenen Erläuterungen allein für das Verständniß nicht überall ausreichen.

Im Anhang sind schließlich auf zwei Blättern in übersichtlicher Weise die Hauptabmessungen der in der K. K. österreichischen Artillerie eingeführten Geschütze zur Anschauung gebracht worden und wird damit dem Genieoffizier ein für seine Entwurfsarbeiten unentbehrliches Hülfsmittel geboten.

Zum Schluß kann die „Sammlung" nur nochmals der allgemeinen Aufmerksamkeit empfohlen werden.





